

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mislav Šramek

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Pavković, dipl. ing.

Student:

Mislav Šramek

Zagreb, 2014.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Mislav Šramek**

Mat. br.: 0035165363

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **TRAKTORSKA FREZA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **TRACTOR POWERED ROTARY TILLER**

Opis zadatka:

Koncipirati i konstruirati traktorski priključak za obradu tla – frezu. Frezu treba izvesti kao nošeni priključak za dubinu zahvata do 20 cm. Potrebna snaga za frezu je cca 35 kW, brzina vrtnje rotora freze je 180 min^{-1} , a radna širina 1,5 m.

Pri koncipiranju i konstruiranju treba posebno voditi računa o sigurnosti rukovatelja strojem. Pogon freze izvesti s izlaznog radnog vratila traktora. Freza treba imati mogućnost podešavanja dubine zahvata.

U radu treba:

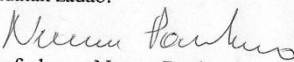
1. Analizirati postojeće uređaje na tržištu, način priključka na traktor i parametre traktorskog pogona;
2. Koncipirati više varijanti rješenja, usporediti ih i vrednovanjem odabrati najpovoljnije;
3. Izraditi detaljno konstrukcijsko rješenje odabrane varijante koncepta;
4. Izraditi računalni model uređaja u 3D CAD sustavu;
5. Izraditi tehničku dokumentaciju, pri čemu će se opseg konstrukcijske razrade dogovoriti tijekom izrade rada.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

14. studenog 2013.

Zadatak zadao:


Prof. dr. sc. Neven Pavković

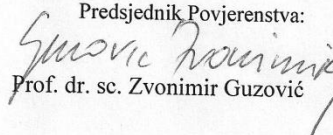
Rok predaje rada:

16. siječnja 2014.

Predviđeni datumi obrane:

22., 23. i 24. siječnja 2014.

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Zvonimir Guzović

ZAHVALA

Zahvaljujem doc.dr.sc. Nevenu Pavkoviću na ukazanoj pomoći i savjetima

Mislav Šramek

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj „Diplomski rad“ izradio samostalno korištenjem stečenih znanja, vještina i potrebne literature.

Mislav Šramek

Sadržaj

Popis slika	I
Popis tablica	III
Popis fizikalnih veličina.....	IV
SAŽETAK	1
1. Uvod.....	2
2. Značaj mehanizacije.....	3
3. Freza.....	5
4. Traktor/ pogonski stroj.....	7
4.1. Priključak na traktor	8
4.2. Izlazno vratilo traktora	10
5. Istraživanje tržišta	12
MASCHIO - nošena freza.....	12
GRAMIP - freza za ukopavanje kamena	14
METAL-KO - bočna freza.....	15
SIMON – Rotacijska freza gredičar.....	16
6. Zahtjevi tržišta	19
6.1. Pozicija proizvoda na tržištu s obzirom na kvalitetu.....	19
6.2. Pozicija proizvoda na tržištu s obzirom na cijenu.....	20
7. Funkcijska dekompozicija	21
8. Morfološka matrica	22
9. Koncepti	25
9.1. Koncept 1.	25

9.2.	Koncept 2.	26
9.3.	Koncept 3.	27
10.	Konstrukcijska razrada.....	29
10.1.	Početni parametri.....	29
10.2.	Prijenos snage i usklađivanje broja okretaja	30
10.3.	Odabir reduktora	31
10.4.	Odabir vratila	32
10.5.	Odabir remena i remenica tvrtke Challenge.....	33
10.6.	Odabir ležajeva i kućišta za ležajeve tvrtke SKF	37
10.7.	Odabir noževa za frezu.....	41
10.8.	Proračun bubnja.....	42
10.9.	Komponente freze	43
10.9.1.	Kućište	44
10.9.2.	Reduktor.....	47
10.9.3.	Prihvrat na traktor.....	48
10.9.4.	Mehanizam za upravljanje dubinom kopanja	48
10.9.5.	Radni bubanj	49
10.9.6.	Remenski prijenos.....	50
11.	Zaključak.....	52
12.	Prilozi	53
13.	Popis literature	54

Popis slika

Slika 1. <i>Baliranje - znatno je olakšalo posao prikupljanja i transportiranja sijena</i>	2
Slika 2. <i>Traktor JCB 723D</i>	7
Slika 3. <i>Trospojna veza prema normi ISO 730-1</i>	9
Slika 4. <i>Standardizirana trospojna veza na traktoru za radne nastavke</i>	10
Slika 5. <i>Izlazni priključak za radno vratilo na traktoru.</i>	10
Slika 6. <i>Kardansko vratilo za prijenos snage.</i>	11
Slika 7. <i>Maschio – Traktorska freza model U</i>	12
Slika 8. <i>Gramip – Traktorska freza za ukopavanje kamena</i>	14
Slika 9. <i>Metal-ko je domaća tvrtka iz Štrigove</i>	16
Slika 10. <i>Simon poznata francuska tvrtka koja se bavi proizvodnjom poljoprivredne mehanizacije</i>	17
Slika 11. <i>Dodatna oprema za formiranje humaka. Lijevo: hidraulički, Desno: mehanički</i>	18
Slika 12. <i>Funkcijska struktura freze</i>	21
Slika 13. <i>Koncept 1. - robusna konstrukcija</i>	25
Slika 14. <i>Koncept 2. - baziran na kosilici</i>	26
Slika 15. <i>Koncept 3. - najsličniji većini freza na tržištu</i>	27
Slika 16. <i>Reduktor freze</i>	31
Slika 17. <i>Vratilo sa sigurnosnom spojkom za prijenos snage do remenice</i>	32
Slika 18. <i>Pogonske grupe</i>	33
Slika 19. <i>Dijagram za odabiranje remena preko snage i broja okretaja</i>	34
Slika 20. <i>Odabir promjera remenica koristeći njihov prijenosni omjer</i>	34
Slika 21. <i>Odabir standardizirane duljine SPC remena</i>	35

Slika 22. <i>Odabir snage jednog remena</i>	36
Slika 23. <i>Odabir SPC remenice sa 4 utora za remenje</i>	36
Slika 24. <i>Odabrano prohodno kućište za ležaj SKF FNL 510 B</i>	38
Slika 25. <i>Odabran adapter za ležajeve SKF H 310.....</i>	38
Slika 26. <i>Odabran ležaj za oba kućišta SKF 2210 EKTN9</i>	39
Slika 27. <i>Odabrano zatvoreno kućište SKF FNL 510 A.....</i>	40
Slika 28. <i>Nož Baroni BAO - 02R i BAO - 02L</i>	41
Slika 29. <i>3D model freze izrađen u Catia V5 R19 CAD programu</i>	43
Slika 30. <i>Kućište freze.....</i>	44
Slika 31. <i>Nosiva konstrukcija kućišta.....</i>	45
Slika 32. <i>Plast kućišta s prorezima za zavarivanje</i>	46
Slika 33. <i>Spajanje reduktora i kućišta.....</i>	47
Slika 34. <i>Ovalne rupe za centriranje reduktora i rupe za zavarivanje na platu</i>	47
Slika 35. <i>Prihvat na traktor</i>	48
Slika 36. <i>Mehanizam za upravljanje dubinom kopanja</i>	49
Slika 37. <i>Spiralan raspored noževa</i>	49
Slika 38. <i>Radni bubanj.....</i>	50
Slika 39. <i>Poklopac remenskog prijenosa</i>	50
Slika 40. <i>Remenski prijenos.....</i>	51

Popis tablica

Tablica 1. <i>Standardne dimenzije trospojne veze</i>	9
Tablica 2. <i>Tehničke značajke</i>	13
Tablica 3. <i>Dodatna oprema za rotacijsku frezu Maschio</i>	13
Tablica 4. <i>Tehničke značajke</i>	15
Tablica 5. <i>Tehničke značajke</i>	18
Tablica 6. <i>Dodatna oprema za rotacijsku frezu Simon</i>	18
Tablica 7. <i>Zahtjevi tržišta</i>	20
Tablica 8. <i>Morfološka matrica</i>	22
Tablica 9. <i>Dubine kopanja</i>	28
Tablica 10. <i>Osnovni parametri</i>	28
Tablica 11. <i>Početni parametri</i>	29
Tablica 12. <i>Vrijednosti za odabir reduktora</i>	30
Tablica 13. <i>Podatci remenskog prijenosa</i>	37
Tablica 14. <i>Standardne dimenzije kvadratnih cijevi</i>	46

Popis fizikalnih veličina

C_o		- dinamička nosivost ležaja
C_l		- dinamička opterećenost ležaja
F	N	- sila
f_l		- faktor vijeka trajanja ležaja
f_n		- faktor broja okretaja ležaja
F_o		- faktor opterećenja
F_r		- radijalna sila ležaja
f_t		- faktor temperature
G	N	- težina
i		- prijenosni omjer
i_r		- Prijenosni omjer remeskog prijenosa
L	m	- dužina
L_h	min	- životni vijek ležaja
M	Nm	- moment
m	kg	- masa
n	o/min	- broj okretaja
P	W	- snaga
$v,$	km/h	- brzina
$\alpha,$	rad/s ²	- kutno ubrzanje
$\omega,$	s ⁻¹	- brzina vrtnje
τ	N/mm ²	- tangencijalno naprezanje
σ	N/mm ²	- normalno naprezanje

SAŽETAK

U radu je razrađena konstrukcija strojnog priključka za obradu zemlje znanog pod nazivom *freza*. Freza je poljoprivredni stroj koji se priključuje na traktor, a služi za dopunsku obradu zemlje: kopanje i usitnjavanje. Freza rotacijom bubnja pogonjenog snagom traktora predaje kinetičku energiju posebno oblikovanim noževima koji onda drobe i usitnjavaju zemlju i biljni materijal i tako obrađuju i pripremaju tlo za nove usjeve (daljnje poljoprivredne procese). Proučeni su i analizirani bitni parametri poput standardiziranih priključaka na traktor te se istražilo kakvi sve traktori postoje, kako isporučuju snagu, kojim brzinama vrtnje i snagama raspolažu te potrebne brzine vrtnje radnog bubnja freze, dubine i brzine kopanja i druge značajke. Provedeni su proračuni i simulacije bitnih komponenti konstrukcije, a 3D model konstrukcije izrađen je u Catia VR5 CAD programu. Pomoću tih 3D modela u programu AutoCAD izrađena je sva tehnička dokumentacija. Rad je podijeljen u nekoliko cjelina, a to su uvod, ispitivanje tržišta, funkcijska dekompozicija freze, traktori, pogonski dio, analiza načina priključivanja na traktor, konstrukcijska razrada i zaključak. Kako na tržištu već postoje slični proizvodi prvo se analizira tržište kako bi se mogli uspoređivati rezultati i pokušalo poboljšati sam proizvod te ukratko objasniti kakve vrste freza zapravo postoje.

1. Uvod

Poljoprivreda je najstarija ljudska djelatnost proizašla iz osnovne životne potrebe. Njeni počeci su vezani za obradu zemlje. Tijekom čitavog razvojnog puta poljoprivreda je pratila čovjeka i postala značajan dio privrede. Za obradu zemlje i specijalizirane zadaće u poljoprivredi postoji čitav niz različitih strojeva i strojnih priključaka. Današnja tehnologija omogućila je da za svaku poljoprivrednu operaciju postoji odgovarajući stroj koji znatno ubrzava i olakšava rad. Korištenjem poljoprivredne mehanizacije smanjuje se potreba za radnom snagom i ubrzava vrijeme izvršavanja raznih poljoprivrednih zadataka.



Slika 1. Baliranje - znatno je olakšalo posao prikupljanja i transportiranja sijena

2. Značaj mehanizacije

Proizvodnja hrane, naročito na većim posjedima ne može se zamisliti bez raznovrsne i kvalitetne mehanizacije. Utvrđeno je da mehanizacija sudjeluje u ostvarivanju genetskih potencijala na razini 40-50%. Nema uspješne proizvodnje bez suvremene mehanizacije i njene pravilne primjene. Ako se mehanizacija u poljoprivredi nepravilno primjenjuje, ili je nema dovoljno ili je loše kvalitete, posljedice mogu biti značajne prije svega u prinosu i kvaliteti. Manifestacija ovih posljedica ogleda se u sljedećem:

- povećanom sabijanju zemlje
- loše izvedenoj obradi, sjetve i njege
- mehaničkom oštećenju biljaka i plodova biljaka
- povećanim gubitcima pri ubiranju
- izvođenju agrotehničkih operacija izvan optimalnih rokova i
- “zagađenju” zemljišta, vode i zraka štetnim tvarima iz ispušnih plinova ili kemijske zaštite

Prekomjerno sabijanje zemlje izazvano mehaničkim djelovanjem kotača i radnim tijelima poljoprivrednih strojeva narušava odnos zraka i vode u zemlji. Pritom se povećava otpor razvoju korjenovog sustava biljaka i stvaraju vrlo nepovoljni uvjeti za odvijanje mikrobiološke aktivnosti što se negativno ispoljava na osiguranje elemenata plodnosti tla: hrane, vode, kisika, topline i drugog. Istraživanja su pokazala da se ova pojava može ublažiti primjenom tehničkih i agrobioloških mjera, zatim kontroliranim kretanjem mehanizacije i smanjenjem broja prohoda. Od tehničkih mjera najveći efekt ima primjena gumenih gusjenica kao ekološkog hodnog sistema traktora i strojeva. Utvrđeno je da se zbog prekomjernog sabijanja godišnje gubi do 225 dolara po hektaru. Kvaliteta obrade, sjetve i njege usjeva utječe na ostvarivanje prinosa i kvalitete proizvoda svih biljnih vrsta. Tako je utvrđeno da nekvalitetna obrada zemljišta smanjuje prinos za 15-25%, loše izvedena sjetva 10-15%, a nekvalitetna mehanička i kemijska njega i zaštita mogu prepoloviti prinos.

Mehaničko oštećenje biljaka, pri izvođenju agrotehničkih operacija, izazvano izborom neodgovarajućih strojeva ili neodgovarajućim korištenjem utječe na prinos usjeva.

Oštećenje plodova izazvano agrotehničkim operacijama izravno utječe na smanjenje prinosa i kvalitetu proizvoda. Oštećenje se događa naročito kod ubiranja, transporta i dorade, posebice sjemenskog materijala i povrća. Kod nekih biljnih vrsta utvrđeno je oštećenje plodova od 25-35%. Gubici pri ubiranju, kao rezultat nesavršenosti strojeva ili lošeg izbora režima rada, javljaju se kod svih biljnih vrsta.

Pouzdanost i broj mehanizacije utječe na mogućnost izvršenja agrotehničkih operacija u optimalnim rokovima. Tehnološke operacije kao što su sjetva, njega, ubiranje i druge moraju se izvesti u najpovoljnijim agrotehničkim rokovima što je osnova ostvarivanja većih prinosa i kvalitetnijih proizvoda. Produženje rokova, naročito pri izvođenju kemijske njege i ubiranja, može utjecati na znatno smanjenje prinosa većine biljnih vrsta.

“Zagađenje” tla, vode i zraka štetnim tvarima i ispušnim plinovima nastaje zbog lošije podešenosti poljoprivrednih strojeva za zaštitu bilja i sustava motora, loše odabranog režima rada i povećane potrošnje goriva. Prema tome, u cijelom tehnološkom procesu proizvodnje i dorade proizvoda mehanizacija je ključni faktor u ostvarivanju većih prinosa, bolje kvalitete i povećanja ekonomičnosti proizvodnje.

3. Freza

Rotokopačica/freza služi za obradu tla različitih dubina kopanja koje samo u jednom prolazu potpuno drobi, reže i ravnomjerno miješa oranični sloj zemlje. Obradu vrši na taj način što rotirajući radni organi (noževi) otkidaju čestice zemlje od oraničnog sloja te ih bacaju nazad na limeni zaštitni pokrov rotora. Posebni štitnik rotora služi za poravnavanje usitnjene zemlje.

Rotokopačica/freza je naročito prikladna za sljedeće radove:

- za obradu plantažnih vinograda, periodično okopavanje voćnjaka, maslinika itd. Dobro radi na ravnim i na nagnutim terenima
- za uništavanje korova. Obradom u više navrata uništava korov i iscrpljuje moć obnavljanja biljnog podanka
- uspješno se koristi za zaoravanje mineralnog gnojiva kao i usjeva za zelenu gnojidbu
- za pripremu zemljišta za sjetvu trava, odnosno za obnavljanje dotrajalih pašnjaka te za pripremu tla u povrtlarstvu, kao i za predsjetvenu pripremu tla za ostale poljoprivredne kulture

U obradi višegodišnjih zasada koristi se kao bočna, asimetrična naprava. Može imati i pomične uređaje za obradu prostora u redu ili se izrađuje kao specijalna pomična rotacijska freza koja obrađuje smo prostor u redu.

Radni organi freze su noževi koji mogu biti različitog oblika. Postavljeni su na vratilu na krutoj ploči. Freza ima tri do šest noževa, a po vratilu su raspoređeni u obliku spirale. Tako postavljenim noževima postiže se ravnomjerni rad. Radni zahvat freze zavisi od broja nosača noževa na rotoru. Rotor s noževima postavljen je na cjevasti okvir preko ležaja, a s jedne strane nalazi se pogon. Prijenos snage s priključnog vratila traktora odvija se preko zupčanika (reduktora/multiplikatora) i remenja. Na kardanskom vratilu je sigurnosna spojka. Posebna oprema je spojnica za uključivanje freze u rad. Iznad rotora je poklopac kojim se može regulirati granulacija obrađenog tla. Ako je poklopac bliže rotoru dobiva se sitnija frakcija i obratno. Kvaliteta obrade također se može regulirati promjenom brzine kretanja traktora ili broja okretaja rotora. S obje strane freze postavljene su papuče (sanjke) ili se s jedne strane nalazi kotač

umjesto papuče. Kotačem se podešava dubina, a papučom se poravnava. Nož freze odvaljuje komade zemlje, izdiže ih i odbacuje na poklopac, gdje se usitnjava.

Freze se primjenjuju u obradi težih tala i jako zakorovljenih višegodišnjih zasada. Za rad zahtijevaju dosta pogonske snage i male brzine kretanja, što ograničava širu primjenu. Međutim, poslije obrade frezama nije potrebna nikakva naknadna obrada. Za obradu zaštitnog pojasa površina biljaka u redu, koristi se bočna freza kao posebni stroj ili dodatak pravoj frezi. Pomiče se automatski preko hidrauličkog sistema. Kada taster naiđe na stablo, bočna freza se povlači u međuredni prostor te se nakon toga vraća u zonu obrade.

4. Traktor/ pogonski stroj

Traktor se tijekom druge polovine 19. i prve polovine 20. stoljeća razvio u današnju, konvencionalnu formu od parnih lokomotiva. Od trenutka pojave prvih traktora pogonjenih motorima s unutrašnjim izgaranjem on predstavlja središnje mjesto u okviru poljoprivredne mehanizacije. Smatra se da je uvođenje traktora u poljoprivredu najviše doprinijelo razvoju mehanizacije poljoprivrednih radova, oslobađanju čovjeka od mukotrnog rada pa tako i doprinosi razvoju civilizacije. Konstruktori su kao ideju vodilju koristili ranija konstruktorska rješenja. Traktori su bili jednostavna zamjena životinja za vuču. Sama konstrukcija traktora se koristi prednostima rasporeda težine na zadnje pogonske kotače što dovodi do povećanja vučne sile. Ovako konstruirano vozilo je veoma stabilno u horizontalnoj ravnini zbog toga što priključni uređaj prati putanju traktora. Tijekom razvoja takvih strojeva bilo je veoma malih ili skoro nikakvih promjena same koncepcije traktora kao vozila u dužem vremenskom periodu, dok je sa druge strane bilo velikih poboljšanja u sferi motora, transmisije, pneumatika, kontrolnih sustava i upravljanja.



Slika 2. Traktor JCB 723D

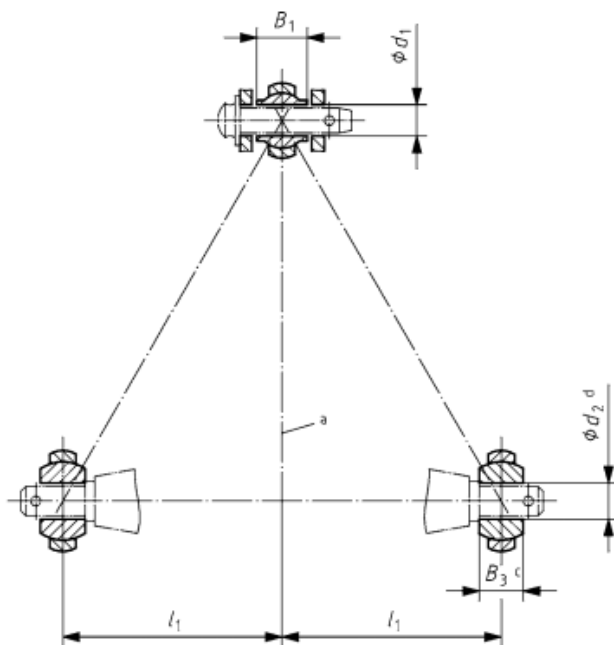
Traktori su glavni izvor snage u poljoprivredi. Ni jedan poljoprivredni stroj nije zastupljen u obradi tla kao traktor. Mogu se podijeliti prema raznim kriterijima. Prema namjeni, traktori bi se mogli podijeliti na poljske, voćarsko-vinogradarske i šumske. Prema koncepciji, traktori se mogu podijeliti na dvoosovinske i jednoosovinske (motokultivatori). Uobičajeni traktori sastoje se od motora, šasije, transmisije, upravljačkog mehanizma, hidraulike i kotača. Sistem rada traktora je prijenos snage motora putem transmisije na zadnje ili sva četiri kotača. Transmisija se sastoji od kvačila, mjenjača i diferencijala. Svrha kvačila je odvajanje mjenjača od motora pri paljenju i promjeni brzina. Mjenjač služi promjeni brzina, a diferencijal omogućuje neovisno okretanje poluosovina traktora.

Traktori mogu imati pogon na dva stražnja kotača (oznaka 2WD, eng. *two wheel drive*) ili na sva četiri kotača (oznaka 4WD). Gume na stražnjim kotačima su obično tzv. ripnjače, a na prednjim su kotačima poljsko-cestovne ili također ripnjače.

Traktor je najvažniji stroj u poljoprivredi, konstruiran da vuče i pogoni razne priključne uređaje i dodatke koji se primjenjuju u kompleksnim tehnološkim operacijama poljoprivredne proizvodnje. Sve više i više pažnje se poklanja ergonomskim karakteristikama traktora, kao i utjecaju traktora na okoliš.

4.1. Priključak na traktor

Da bi traktorski priključci mogli koristiti snagu traktora, potrebno je povezati radni nastavak s traktorom. Traktori na stražnjem mostu imaju hidrauliku koja služi reguliranju položaja priključaka. Priključci se priključuju na traktor u tri točke pomoću klinova (trospojna veza). Sustav za spajanje je standardiziran prema ISO 730-1 normi. Prva točka, gdje dolazi tzv. “poteznica“, predstavlja zapravo polugu s navojem za reguliranje nagibnog kuta samog priključka. Visina priključka “poteznice“, od tla je od 900 do 1000 mm. Preostale dvije točke priključka su zapravo dvije zadnje grede na traktoru koje služe za podizanje i spuštanje priključka. To se ostvaruje pomoću hidraulike. Raspon zadnjih priključnih greda (ruku) varira od 500 do 800 mm. Na kraju svake ruke nalazi se provrt kroz koji se pomoću klina osigurava veza. U tablici su prikazane standardne veličine klinova koje ovise o snazi traktora.

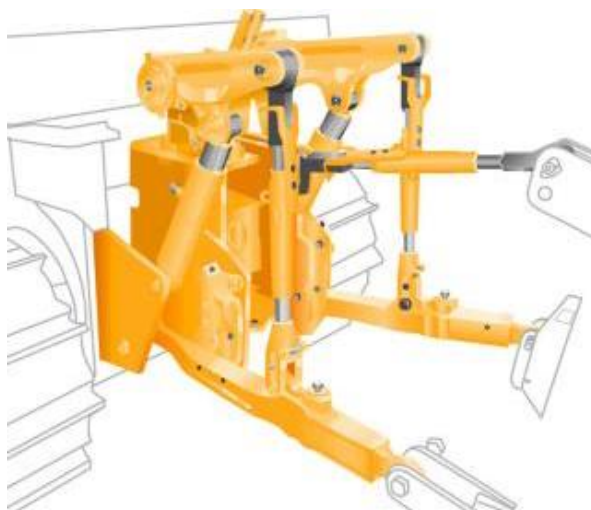


Slika 3. Trospojna veza prema normi ISO 730-1

Tablica 1. Standardne dimenzije trospojne veze

Dimenzije	Opis	Kategorije snage/kW						
		1N/ do 35	1/ do 48	2/ 30-92	3N/ 60-185	3/ 60-185	4N/ 110-350	4/ 110-350
Poteznica (eng. <i>Upper hitch points</i>)								
d ₁ /mm	Promjer klina	19,3	19,3	25,7	32	32	45,2	45,2
B ₁ /mm	Širina spojnice	44	44	51	51	51	64	64
Zadnje priključne ruke (eng. <i>Lower hitch points</i>)								
d ₂ /mm	Promjer klina	22,4	22,4	28,7	37,4	37,4	51	51
B ₃ /mm	Širina spojnice	35	35	45	45	45	57,5	57,5
l ₁ /mm	Udaljenost od središnjice traktora	218	359	435	435	505	505	612

Uz fizičko povezivanje potrebno je do radnog nastavka dovesti i snagu.



Slika 4. Standardizirana trospojna veza na traktoru za radne nastavke

4.2. Izlazno vratilo traktora

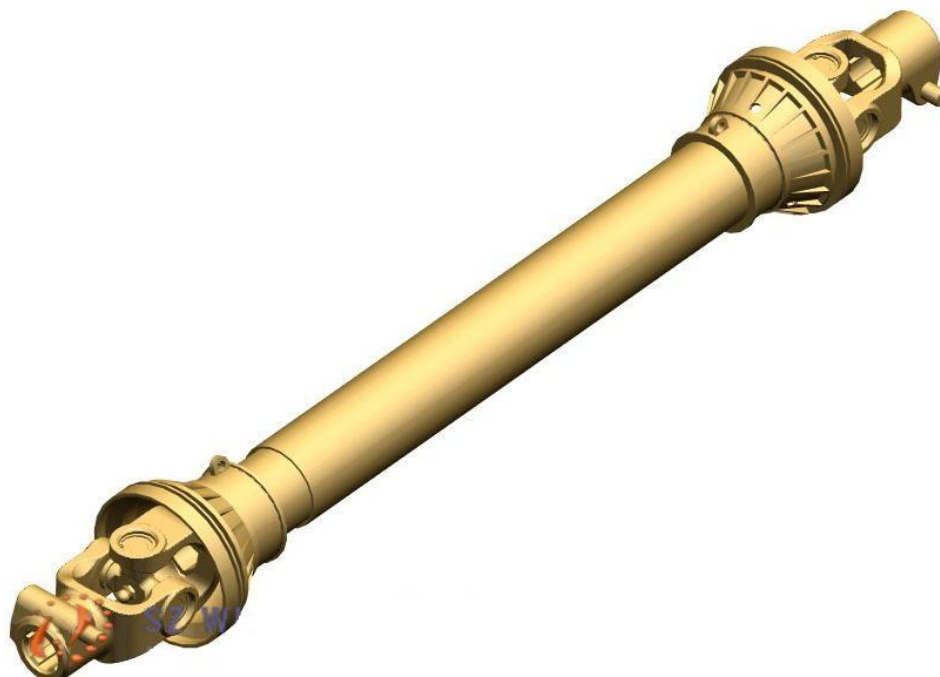
Prijenos snage i momenta s traktora na priključke se ostvaruje pomoću zglobnog vratila (kardana), koje pak pogoni traktor na način da se priključuje na izlazno vratilo traktora. Uobičajeno je da se priključno vratilo nalazi na stražnjem dijelu traktora, ali postoje traktori koji imaju priključno vratilo smješteno na prednjoj ili na obje strane.



Slika 5. Izlazni priključak za radno vratilo na traktoru.

Kod priključnog vratila potrebno je znati njegov broj okretaja u minuti (rpm) i smjer rotacije radi odabira kompatibilnih priključaka. Najveći broj priključaka radi na 540 okretaja u minuti, a traktor je obično podešen tako da se 540 o/min postiže na 75% nominalne turaže motora traktora. Prema tome, ako je npr. nominalna turaža traktora 2500 o/min, na priključnom vratilu bit će 540 o/min pri broju okretaja motora od 1875 o/min.

Dimenzije priključnih vratila su, također, standardizirane. Vanjski promjer iznosi 34,9 mm. Visina izlaznog vratila na traktoru varira od modela do modela i kreće se u granicama od 450 do 875 mm. Dimenzije izlaznih vratila su standardizirane po ISO 500-3 normi.



Slika 6. *Kardansko vratilo za prijenos snage.*

5. Istraživanje tržišta

U ovom poglavlju prikazani su neki primjeri poljoprivrednih strojnih nastavaka "freza" zajedno s njihovim specifikacijama.

Na tržištu postoje dvije osnovne izvedbe freza. Jedna izvedba freza sadrži rezna tijela koja rotiraju oko središnje osi u horizontalnoj ravnini, a u drugoj izvedbi noževi rotiraju oko vertikalnih osi.

MASCHIO - nošena freza

Freza (rotokopačica, rotodrljača, rotacijska sitnilica, rotovator) primjenjuje se kako za izvođenje osnovne i dopunske (površinske) obrade tla, tako i za izvođenje međuredne obrade. Glavna primjena freze je u izvođenju dopunske obrade zemljišta, poslije oranja.

Freza se odlikuje izuzetno robusnom konstrukcijom i mogućnošću rada u težim uvjetima. Može se upotrebljavati u vinogradarstvu, voćarstvu i ratarstvu, a montaža različitih modela noževa omogućuje finiju, odnosno grublju obradu tla.



Slika 7. Maschio – Traktorska freza model U

TEHNIČKE ZNAČAJKE

- reduktor za 540 o/min
- mjenjač u reduktoru s 4 brzine rada
- (178; 201; 227; 256 o/min)
- bočni klizači (sanjke) s regulacijom dubine frezanja
- priključak na traktore u 3 točke - II^o kategorija
- 6 noževa na prirubnici
- kardanska osovina
- bočni prijenos zupčanicima

Tablica 2. Tehničke značajke

MODEL	Broj noževa kom	Radna širina cm	Potrebna snaga KS	Težina stroja kg	Dubina obrade cm
U 155	36	160	40-80	400	22
U 180	42	185	50-80	440	
U 205	48	210	60-80	480	
U 230	54	235	70-80	520	

Tablica 3. Dodatna oprema za rotacijsku frezu Maschio

DODATNA OPREMA

<i>Prednji metalni kotači za regulaciju dubine frezanja</i>
<i>Letvičasti valjak promjera Ø 450 za modele U 180</i>
<i>Letvičasti valjak promjera Ø 450 za modele U 205</i>
<i>Letvičasti valjak promjera Ø 450 za modele U 230</i>

GRAMIP - freza za ukopavanje kamena

Tvornica poljoprivrednih strojeva “GRAMIP -TPS” nastala je u poljoprivrednom kraju s dugogodišnjom tradicijom obrtništva i metalske struke. Počeci rada poduzeća sežu još u daleku 1948. godinu, kada se na području Dubrave osnovalo “Narodno poduzeće Paromlin, pilana i ciglana”. Predmet poslovanja bilo je piljenje građevnog drva i proizvodnja opeke i crijepa.

Tvornica je prisutna na tržištu Europe, Skandinavije i SAD-a. U privatnom je vlasništvu i smještena je u blizini Zagreba, glavnog grada Republike Hrvatske, što pogoduje velikim mogućnostima za razvoj i pogoduje lakšem transportu.

Traktorska freza za ukopavanje kamena UKF u jednom radnom proходу obavlja šest funkcija:

- freziranje
- ukopavanje kamena, trave i biološkog otpada
- pedsjetvenu pripremu
- sijanje s regulacijom razmaka
- ukopavanje sjemena
- ravnanje površine



Slika 8. Gramip – Traktorska freza za ukopavanje kamena

TEHNIČKE ZNAČAJKE

- bočni pomak
- četiri noža po prirubnici, radna dubina do max. 10 cm
- bočni pogon preko lanca
- rešetka od opružnog čelika
- sijačica s doziranjem
- sijanje u širinu
- doziranje sjemena od 0 do 3 kg/100 m
- pogon preko stražnjeg valjka preko lančanog prijenosa
- mrežasti valjak od poboljšanog čelika, promjera 40 cm

Tablica 4. *Tehničke značajke*

MODEL	RADNA ŠIRINA cm	VANJSKA ŠIRINA cm	BOČNI POMAK cm	TEŽINA kg	NOŽEVI kom	ZAPREMINA SIJAČICE lit	POTREBNA SNAGA KS
UKF40-100	93	125	15	460	24	70	22 - 60
UKF40-120	115	147	26	515	30	86	25 - 60
UKF40-140	137	169	37	563	36	103	35 - 60
UKF40-160	160	191	48	622	42	110	45 - 60

METAL-KO - bočna freza

Strojbravarski obrt METAL-KO osnovan je 2004. godine s ciljem da se kupcu ponudi proizvod vrhunske kvalitete po prihvatljivoj cijeni. U proizvodnji je uloženo znanje i iskustvo skupljeno u Njemačkoj i Italiji pa je ubrzo postao jedan od vodećih proizvođača priključne mehanizacije za vinogradarstvo i voćarstvo na području Hrvatske. Stalno doškolovanje i izobrazba kadrova jedan je od uvjeta zadržavanja kvalitete na samome vrhu.

Odlika obrta je u izuzetna fleksibilnost i sposobnost prilagođavanja svakome izazovu konstrukcije novog stroja, kao i stalno usavršavanje postojećih modela, što je garancija kvalitete proizvoda. Nakon prodaje stroja tvrtka ostaje u kontaktu s kupcem radi prikupljanja podataka i

iskustava u radu sa strojem, što je izvor najvrednijih podataka o radu stroja i mogućnostima njegovog usavršavanja. Strojeve u potpunosti proizvode sami, što je jamstvo kvalitete. Poduzeće posjeduje zastupnike diljem Hrvatske tako da je vrlo jednostavno doći do njihovih strojeva, a također imaju i organiziranu dostavu pa su otvorene razne mogućnosti nabave.

Jedan proizvod iz njihovog proizvodnog asortimana je bočna freza za rad u voćnjacima. Bočna freza namijenjena je prvenstveno radu u voćnjacima gdje zbog njene konstrukcije dolazi do izražaja mogućnost freziranja ispod granja zadržavajući putanju traktora na sredini između redova. Bočna freza ima mogućnost nadogradnje hidrauličnog pomaka kao i izrade u dimenzijama prema narudžbi kupca.



Slika 9. *Metal-ko je domaća tvrtka iz Štrigove*

SIMON – Rotacijska freza gredičar

Početkom 80-ih godina prošlog stoljeća došlo je do unaprjeđenja u razvoju freza pri čemu su na prednjem dijelu s lijeve i desne strane postavljeni diskovi pomoću kojih se formiraju razori, a freza se transformira u stroj za formiranje gredica. Istovremeno, umjesto jednog rotirajućeg vratila postavljena su dva, a pritom su na prednjem vratilu umjesto "L" noževa postavljeni noževi s koso postavljenom oštricom u odnosu na vertikalnu ravninu dok je drugi rotirajući element izveden u obliku glatkog valjka s čeličnim prstima. Drugi je rotirajući element dobio suprotan smjer vrtnje. Na taj način dobivena je takozvana slojevita obrada tla bez stvaranja

praškaste strukture zemlje. Prednji rotor s noževima zadržao je svoj smjer vrtnje kao i kod standardne freze (u smjeru okretanja kotača traktora) pri čemu su dobivene čestice zemlje srednje krupnoće u odnosu na krupne čestice nastale u procesu izvođenja osnovne obrade tla. Uslijed suprotnosmjerne vrtnje zadnjeg rotora čelični prsti dodatno usitnjavaju srednje krupne čestice pri čemu se dobivaju sitne čestice zemlje. Istovremeno, glatki valjak s čeličnim prstima sabija usitnjene komadiće zemlje s jedne strane, a također dodatno usitnjava čestice koje se nalaze ispred njega. Prebacujući preko sebe čestice iza prednjeg rotora dolazi do finog usitnjavanja površinskog sloja zemlje. U zavisnosti od tehnologije uzgoja pojedinih povrtnarskih vrsta, opisana rotacijska sitnilica može služiti za površinsku pripremu tla na ravnoj površini, za formiranje standardnih gredica ili za formiranje više manjih gredica. Na navedenim izvedbama mogu se, kao dodatna oprema, postaviti uređaji za unošenje mineralnih hranjiva i insekticida.



Slika 10. *Simon poznata francuska tvrtka koja se bavi proizvodnjom poljoprivredne mehanizacije*

Tablica 5. Tehničke značajke

MODEL	Radna širina cm	Razmak kotača cm	Širina vrha gredice cm	Dubina rada cm	Potrebna snaga KS	Težina stroja kg
M - 125	125	152	110 - 115	25	50	630
M - 145	145	172	130 - 135	25	60	690
M - 165	165	192	150 - 155	25	70	700
M - 185	185	212	170 - 175	25	80	770

Tablica 6. Dodatna oprema za rotacijsku frezu Simon**DODATNA OPREMA**

<i>Prednji kotači umjesto diskova (nadoplata)</i>	
<i>Stražnji pritiskujući valjak s mehaničkom regulacijom</i>	
<i>Uređaj za formiranje dva humka s mehaničkom regulacijom</i>	
<i>Hidraulično pogonjeni valjci za formiranje humaka model</i>	<i>FRH 1 - 1 humak</i>
	<i>FRH 2 - 2 humka</i>
	<i>FRH 3 - 3 humka</i>
	<i>FRH 4 - 4 humka</i>
<i>Uređaj za automatsku kontrolu dubine rada pomoću elektrosenzora</i>	

**Slika 11. Dodatna oprema za formiranje humaka. Lijevo: hidraulički, Desno: mehanički**

6. Zahtjevi tržišta

Kao rezultat istraživanja nekog tržišta proizlazi pozicija određenog proizvoda na tom tržištu. Cilj je usporedba s konkurentnim proizvodima. Zato procjeni pozicije proizvoda na tržištu treba pristupiti realno ne preuveličavajući prednosti svojeg proizvoda niti uvećavajući nedostatke proizvoda konkurencije. Korisnicima je cijena jedna od važnijih stavki pri odlučivanju o kupnji freze. Cijena je bilo kojeg proizvoda bolja što je niža. Međutim, cijena ne bi smjela biti preniska jer tada korisnici počinju sumnjati u kvalitetu proizvoda.

6.1. Pozicija proizvoda na tržištu s obzirom na kvalitetu

Postoje dvije razine kvalitete nekog proizvoda. Prva razina je da proizvod zadovoljava minimalne zahtjeve koji se na njega postavljaju i bez kojih se ne može staviti na tržište. Druga razina kvalitete je da proizvod, osim zadovoljavanja minimalnih zahtjeva koji se traže od njega, ima posebne prednosti u odnosu na slične proizvode na tržištu koje ga stavljaju u poseban položaj.

Prema tehničkom zakonodavstvu Europske Unije minimalni zahtjevi na kvalitetu većine proizvoda propisani su normama. Pomoću takvih propisa osigurava se da proizvodi moraju biti sigurni u smislu da nisu uzročnik opasnog djelovanja na ljude, životinje i okolinu. Ako nema harmoniziranih normi, tada se mogu koristiti sigurnosni zahtjevi propisani u nacionalnim normama zemlje proizvođača. Kako je većina proizvoda pokrivena odgovarajućim normama može se smatrati da svaki proizvod kojeg je proizvođač ispitao u svojem ispitnom laboratoriju i koji je zadovoljio minimalne zahtjeve iz norme zadovoljava minimum kvalitete. Da bi se proizvod mogao izvoziti na tržište Europske Unije proizvođač mora prikupiti dokaze da u proizvod nisu ugrađeni materijali opasni za ljudsko zdravlje i okolinu u količinama većim od gornjih dopuštenih. To bi bili minimalni zahtjevi za kvalitetu proizvoda. Proizvod koji je ispitan i certificiran u neovisnoj ispitnoj stanici zadovoljava više kriterije kvalitete jer je zadovoljenje zahtjeva iz norme dokazano od treće strane. Kao viša razina kvalitete proizvoda mogu se smatrati i neke posebnosti proizvoda koje proizvodi za istu namjenu drugih proizvođača nemaju.

Kao, ne previše pouzdan, vid konkurentnosti može se uzeti i to da neka firma na određenom tržištu nudi širu paletu proizvoda u odnosu na konkurenciju. To su, naročito, primijenili proizvođači iz istočne Azije pa su zauzeli velik dio svjetskog tržišta širinom palete svojih proizvoda istodobno ne smanjujući cijenu te su time povećali konkurentnost svoje robe.

6.2. Pozicija proizvoda na tržištu s obzirom na cijenu

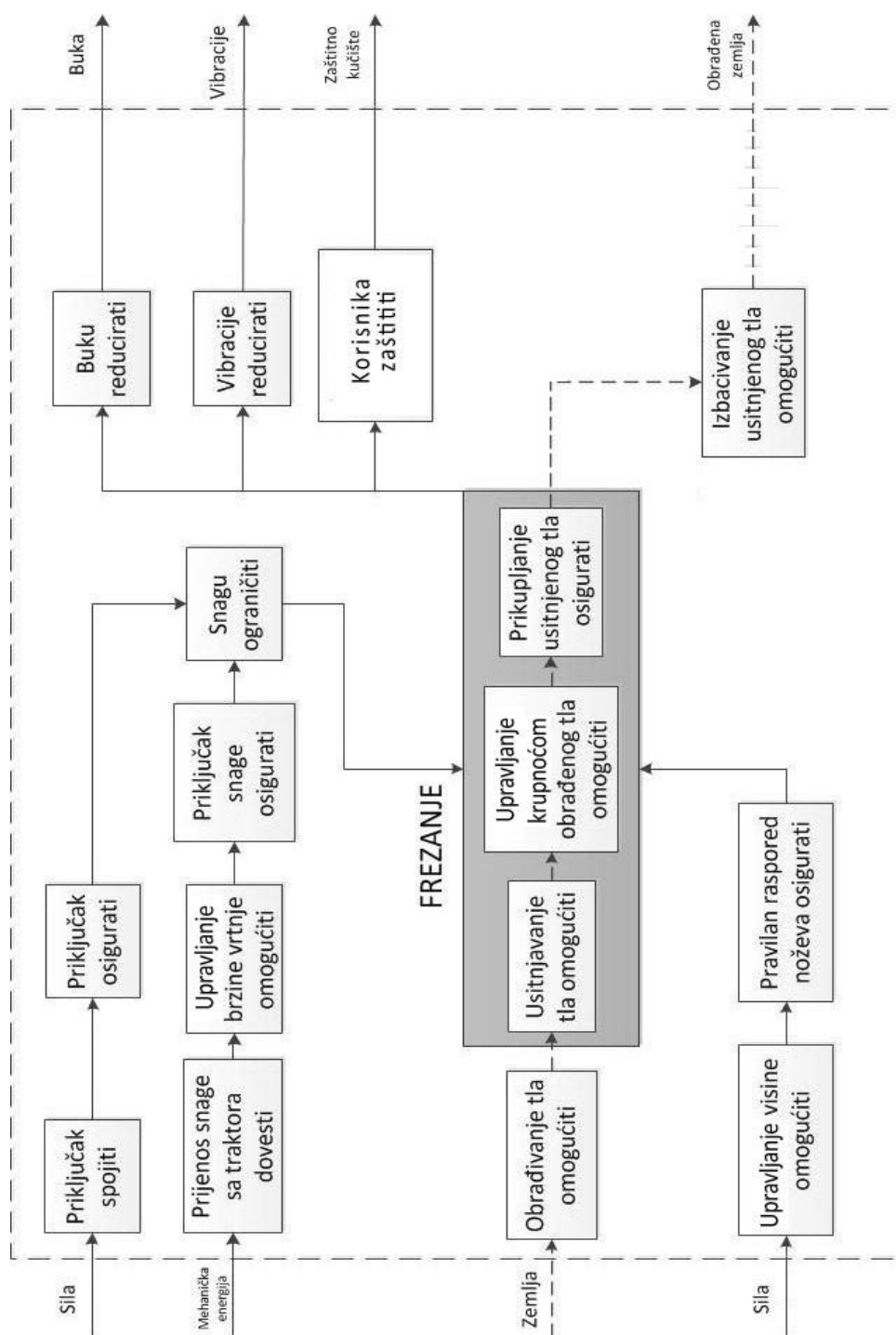
Cijena proizvoda je bitan faktor koji određuje da li će ga tržište prihvatiti ili ne. Osim makrogospodarskih uvjeta privređivanja, na koje pojedini proizvodni subjekt ne može previše utjecati, postoje i mikrogospodarski uvjeti koji određuju troškove proizvodnje. Na to može proizvođač značajno utjecati smanjujući troškove proizvodnje određenog proizvoda (izborom materijala iz kojeg se proizvod izrađuje, izabranom tehnologijom proizvodnje, smanjenjem škarta,...), odnosno smanjujući ukupne troškove poslovanja (unutrašnjom organizacijom rada, povećanjem tehničke i radne discipline, ...). Cjenovnom kategorijom se mogu smatrati i posebne pogodnosti kao što su odgode plaćanja, popusti na količinu ili popusti zbog posebnih odnosa između prodavatelja i kupca, troškovi transporta koje snosi dobavljač proizvoda i slično.

U tablici ispod nabrojani su najvažniji tržišni zahtjevi za frezu prema kojima bi se trebala prilagoditi konstrukcija i proizvodni proces (način proizvodnje) da bi proizvod postigao uspjeh.

Tablica 7. Zahtjevi tržišta

1.	Cijena proizvoda	7.	Standardni priključci i dijelovi
2.	Cijena rezervnih dijelova	8.	Zaštita od havarije
3.	Cijena i jednostavnost održavanja	9.	Zaštita od preopterećenja
4.	Jednostavna izmjena potrošnih dijelova	10.	Zaštita od produkata frezanja
5.	Jednostavna konstrukcija	11.	Jednostavno rukovanje
6.	Robusna konstrukcija	12.	Mogućnost upravljanja brzinom i dubinom kopanja

7. Funkcijska dekompozicija



Slika 12. Funkcijska struktura freze

8. Morfološka matrica

Nakon funkcijske dekompozicije na red dolazi morfološka matrica. U morfološkoj matrici se nabrajaju sve moguće izvedbe i načini rada stroja, svakog dijela zasebno. Nakon što se sve mogućnosti nabroje, onda se tehnoekonomskom analizom određuje onaj koji je najbolji i taj se počinje razrađivati, odnosno konstruirati.

Kada se izrađuje morfološka matrica dobro bi bilo napraviti je što većom i preglednijom kako bi se što lakše moglo uočiti optimalno rješenje za pojedine funkcije.

Tablica 8. Morfološka matrica

PRIKLJUČAK SPOJITI	<ul style="list-style-type: none"> - Prihvat na traktor ostvaruje se putem trospojne veze. - Poveznica je standardizirani dio i može se koristiti na većini traktora. 	
PRIKLJUČAK OSIGURATI	Kod spajanja traktora i radnog nastavka poveznica se osigurava	
		
	KLIN/SVORNJAK	VIJAK
PRIJENOS SNAGE S TRAKTORA DOVESTI		
	KARDANSKO VRATILO	

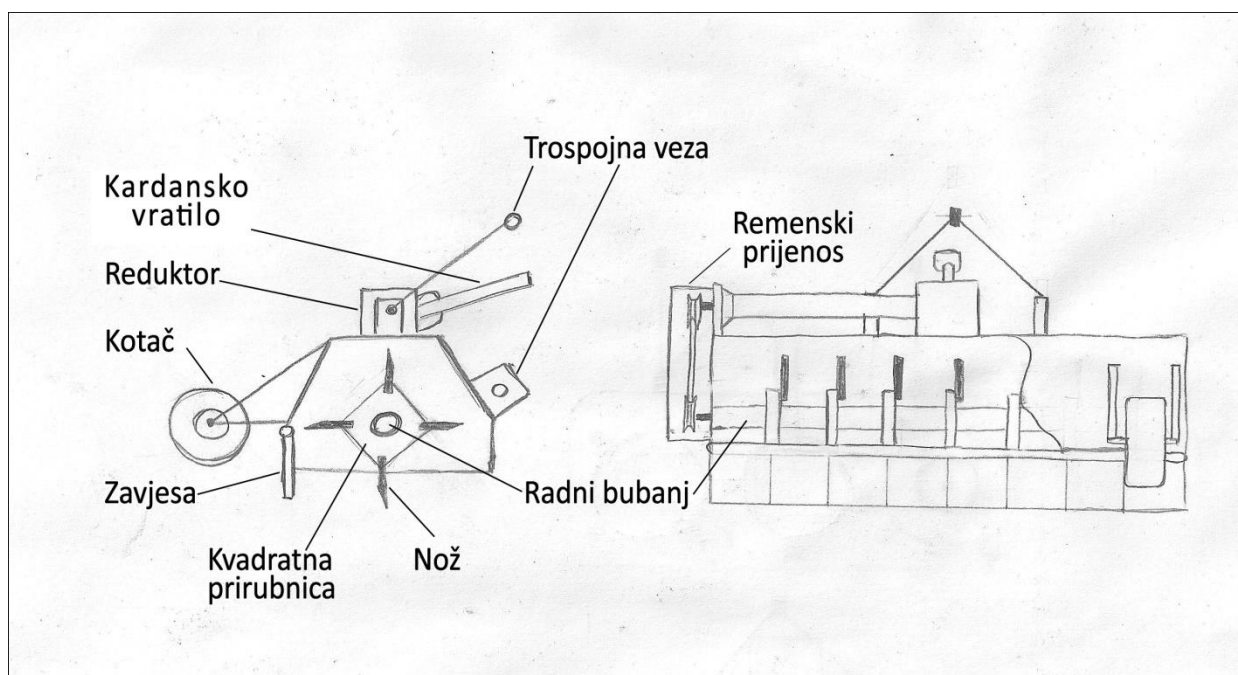
UPRAVLJANJE BRZINE VRTNJE OMOGUĆITI		
	REDUKTOR	REMENICA
PRIKLJUČAK SNAGE ZAŠTITITI		
	ZAŠTITA NA VRATILU	ZAŠTITNO KUĆIŠTE
VELIČINU ULAZNE SNAGE OGRANIČITI		
	SIGURNOSNA SPOJKA	KLINASTI REMEN
UPRAVLJANJE VISINE OMOGUĆITI		
	KOTAČ	SKIJA
PRAVILAN RASPORED NOŽEVA OSIGURATI		
	SPIRALNIM OKRETANJEM PRIRUBNICA	SPIRALNIM OKRETANJEM RUPA ZA PRIČVRŠĆIVANJE NOŽEVA
OBRADIVANJE TLA OMOGUĆITI	- Omogućiti da noževi mogu zahvaćati tlo do dubine 200 mm.	

	RAZLIČITE VRSTE OŠTRICA KOJE ZAHVAĆAJU TLO			
USITNJAVANJE TLA OMOGUĆITI				
UPRAVLJANJE KRUPNOĆOM OBRAĐENOG TLA OMOGUĆITI	<ul style="list-style-type: none">- Regulacija krupnoće obrađenog tla se određuje brzinom vrtnje rotora i brzinom vožnje pogonskog stroja (traktora)			
PRIKUPLJANJE USITNJENOG TLA OMOGUĆITI				
	KUĆIŠTE ONEMOGUĆUJE RASPRŠIVANJE OBRAĐENOG TLA	PRIKUPLJANJE TLA POMOĆU DODATNIH TANJURA	DODATNA OPREMA ZA FORMIRANJE HUMAKA	
IZBACIVANJE USITNJENOG TLA OMOGUĆITI				
	VRATAŠCA		ZAVJESA	
KORISNIKA ZAŠTITITI	<ul style="list-style-type: none">- Robusno i čvrsto kućište- Rotirajuće dijelove potrebno je smjestiti iza kućišta kako na njih ne bi padala prašina ili kiša i kako se ne bi nepotrebno trošili i izazvali havariju- Višestruke oplatae na kućištu			
VIBRACIJE REDUCIRATI				
	SPIRALNA RASPODJELA NOŽEVA		KOMPAKTNO I UKRUĆENO KUĆIŠTE	
BUKU REDUCIRATI	<ul style="list-style-type: none">- Buku je teško reducirati, ali se može pomoći s kompaktnim i čvrstim kućištem tako da su svi pokretni dijelovi dobro usklađeni te da ne stvaraju dodatne vibracije			

9. Koncepti

Za definiranje pojedinog koncepta potrebno je navesti osnovne dijelove freze i odrediti njihove karakteristike. Karakteristike osnovnih dijelova freze utječu na početne parametre koji su važni za daljnji proračun freze.

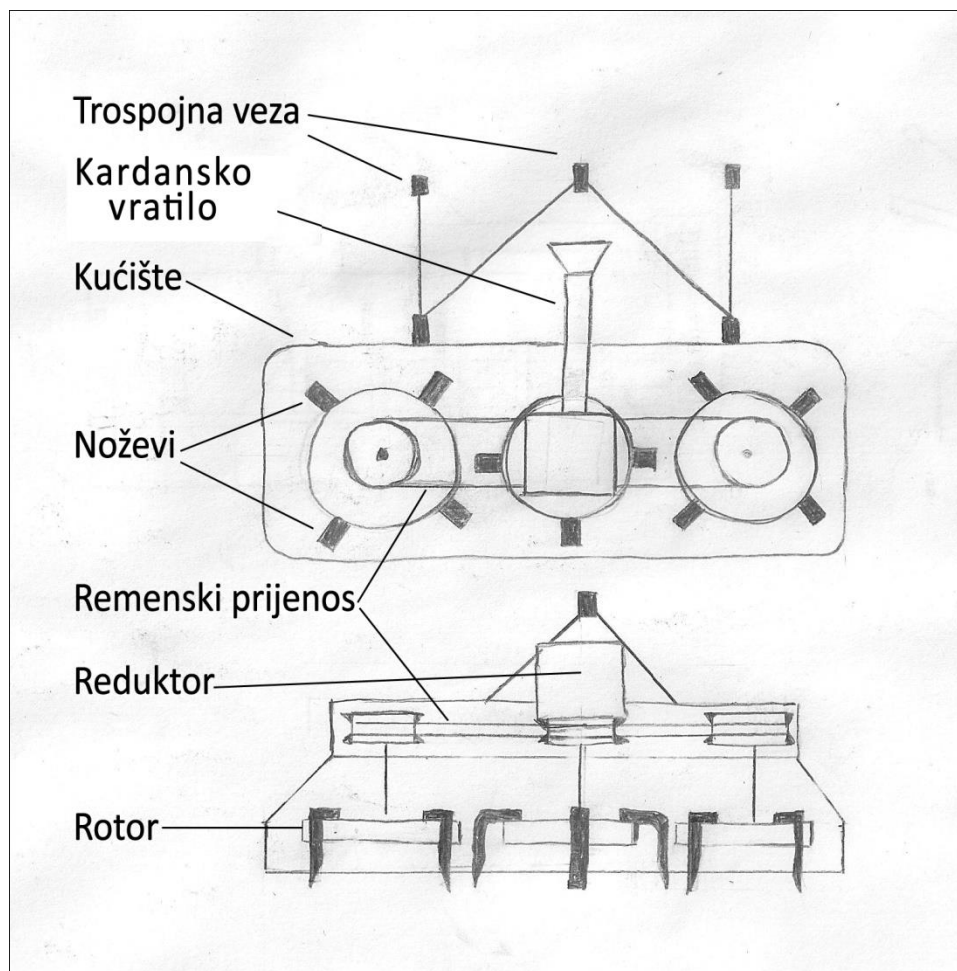
9.1. Koncept 1.



Slika 13. Koncept 1. - robusna konstrukcija

Freza razvijena prema 1. konceptu vrlo je robusna i teška. Baš iz tog razloga ova freza treba biti vučena. S jedne strane priključena je na stražnji dio traktora pomoću trospojne veze, a s druge strane oslonjena je na kotače. Ako traktor ima dovoljno snage ovaj radni nastavak mogao bi kopati veće dubine ili zahtjevnije tlo od ostalih koncepata. Kopanje tla obavljaju ravni noževi koji su pričvršćeni za kvadratne prirubnice. Prirubnice mogu biti gusto nanizane jedna iza druge na radnom bubnju. Svaka sljedeća prirubnica se fazno pomiče za određeni broj stupnjeva u smjeru vrtnje kako bi se opterećenje jednoliko rasporedilo i smanjili udari i vibracije.

9.2. Koncept 2.

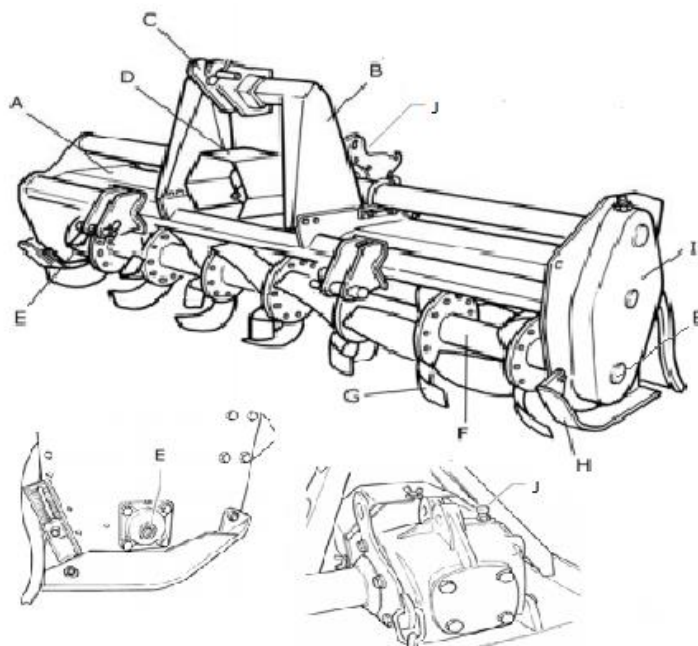


Slika 14. *Koncept 2. - baziran na kosilici*

Ideja kod 2. koncepta bila je ugraditi radna tijela/rotore koji će se okretati oko vertikalne osi kao što je to izvedeno na kosilicama. Freza sadrži tri rotora, a na svaki se može pričvrstiti od 4-8 noževa. Sva tri rotora pokretana su pomoću remenskog prijenosa koji snagu dobiva od traktora putem standardiziranog kardanskog vratila. Konstrukcija freze prema 2. konceptu nije robusna, lagana je i stoga nije potrebna dizalica za servisiranje.

9.3. Koncept 3.

Freza koja se obrađuje u ovom diplomskom radu odgovara srednje velikim frezama iz ponude prije spomenutih proizvođača, a sastoji se od osnovnih dijelova koji su prikazani na slici 13. Proučavanjem tržišta utvrdio sam da su ovakve freze najčešće i najprimjenjivnije zbog čega im je i cijena proizvodnje najniža. Prilikom vrednovanja koncepata i odabira najboljeg, 3. koncept pobjeđuje jer sadrži najviše već provjerenih rješenja trenutnih modela na tržištu pa bi stoga potencijalna serijska proizvodnja takve freze trebala biti jeftinija, a rezervni dijelovi dostupniji. Pripada skupini ‘nošenih’ freza koje se priključuju na stražnji dio traktora.



Slika 15. *Koncept 3. - najsličniji većini freza na tržištu*

Osnovni dijelovi:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| A. kućište | G. nož |
| B. nosač poteznice | H. bočni klizač (sanjke) |
| C. trospojna veza | I. prijenos snage |
| D. štitnik kardanskog vratila | J. reduktor |
| E. ležaj rotora | |
| F. Rotor | |

Kućište freze mora biti robusno radi zaštite, ali i kako bi se na njega mogli spajati pojedini vitalni elementi. Na kućištu se, također, nalaze nosači trospojne veze. Mora se omogućiti i zaštititi spoj kardanskog vratila s kutnim reduktorom, a snaga se putem remenskog/lančanog prijenosa prenosi na rotor. Rotor je uležišten na dva kraja u kućištu, a na njemu se nalaze prirubnice za radna tijela (noževe). Na kućište se ugrađuju "sanjke" koje služe za regulaciju dubine kopanja. Proučavanjem karakteristika iz kataloga različitih proizvođača utvrđeno je da je radna širina freza srednje veličine približno 1500 mm, a snaga potrebna za rad dovedena kardanskim vratilom iznosi oko 35 kW. Radni broj okretaja određen je brojem okretaja radnog vratila na traktoru, a taj broj iznosi 540 o/min. Prema tom broju prilagođava se zupčanički prijenosnik da bi se dobili okretaji radnog bubnja freze oko 180 o/min. Dubine kopanja dijele se u četiri osnovne kategorije prema tablici 9.

Tablica 9. Dubine kopanja

Kategorija	Dubina kopanja (cm)
Lagane	5-10
Srednje teške	10-20
Teške	20-25
Ekstremno teške	25-30

Budući da je freza srednje veličine prema gore navedenim kategorijama pripada srednjeteškoj kategoriji gdje dubine kopanja sežu do 20 cm.

Tablica 10. Osnovni parametri

Veličina freze	Srednje velika	Potrebna snaga	35 kW
Strana priključivanja	Stražnji dio	Broj okretaja vratila	540 o/min
Način priključka	Nošena freza	Broj okretaja rotora	180 o/min
Radna širina kopanja	1500 mm	Dubina kopanja	200 mm
Trospojna veza	Standardna	Broj noževa	24

S ovim podacima odredili smo sve bitne parametre s kojima se kreće u daljnji proračun i koji će nam poslužiti za odabir standardnih dijelova koji će se ugraditi u ovu frezu.

10. Konstrukcijska razrada

Analizom načina spajanja traktora s radnim nastavkom htjelo se utvrditi bitne početne parametre koji su važni za daljnji proračun freze. Freza koja se izrađuje u ovom diplomskom radu odgovara srednjevelikim frezama u gami proizvoda prijespomenutih proizvođača.

10.1. Početni parametri

Za početni proračun freze potrebno je znati ulazne podatke::

- broj okretaja radnog vratila traktora
- snagu na radnom vratilu
- broj okretaja radnog bubnja/noževa

Radni broj okretaja radnog bubnja freze određen je brojem okretaja radnog vratila na traktoru i taj broj iznosi 540 o/min. Proučavanjem karakteristika freza različitih proizvođača utvrđeno je da je za dubinu kopanja od 20 cm najmanja potrebna snaga 35kW, a broj okretaja za srednje teške uvjete iznosi 180 okretaja u minuti. S ovim podacima kreće se u proračun bitnih dijelova freze.

Tablica 11. *Početni parametri*

Broj okretaja [o/min]	540
Snaga na izlaznom vratilu [kW]	35
Broj okretaja bubnja [o/min]	180

10.2. Prijenos snage i usklađivanje broja okretaja

S obzirom da je broj okretaja radnog vratila traktora 540 o/min, a broj okretaja radnog bubnja 180 o/min potrebno je broj okretaja reducirati. Brojeve okretaja ćemo smanjiti na potrebnu vrijednost odabiranjem reduktora odgovarajućeg prijenosnog omjera.

Prijenosni omjer za odabir reduktora:

$$n_{traktora} = 540 \text{ o/min}$$

$$n_{bub} = 180 \text{ mm}$$

$$i = \frac{n_{traktora}}{n_{bub}} = \frac{540}{180} = 3 \quad (1)$$

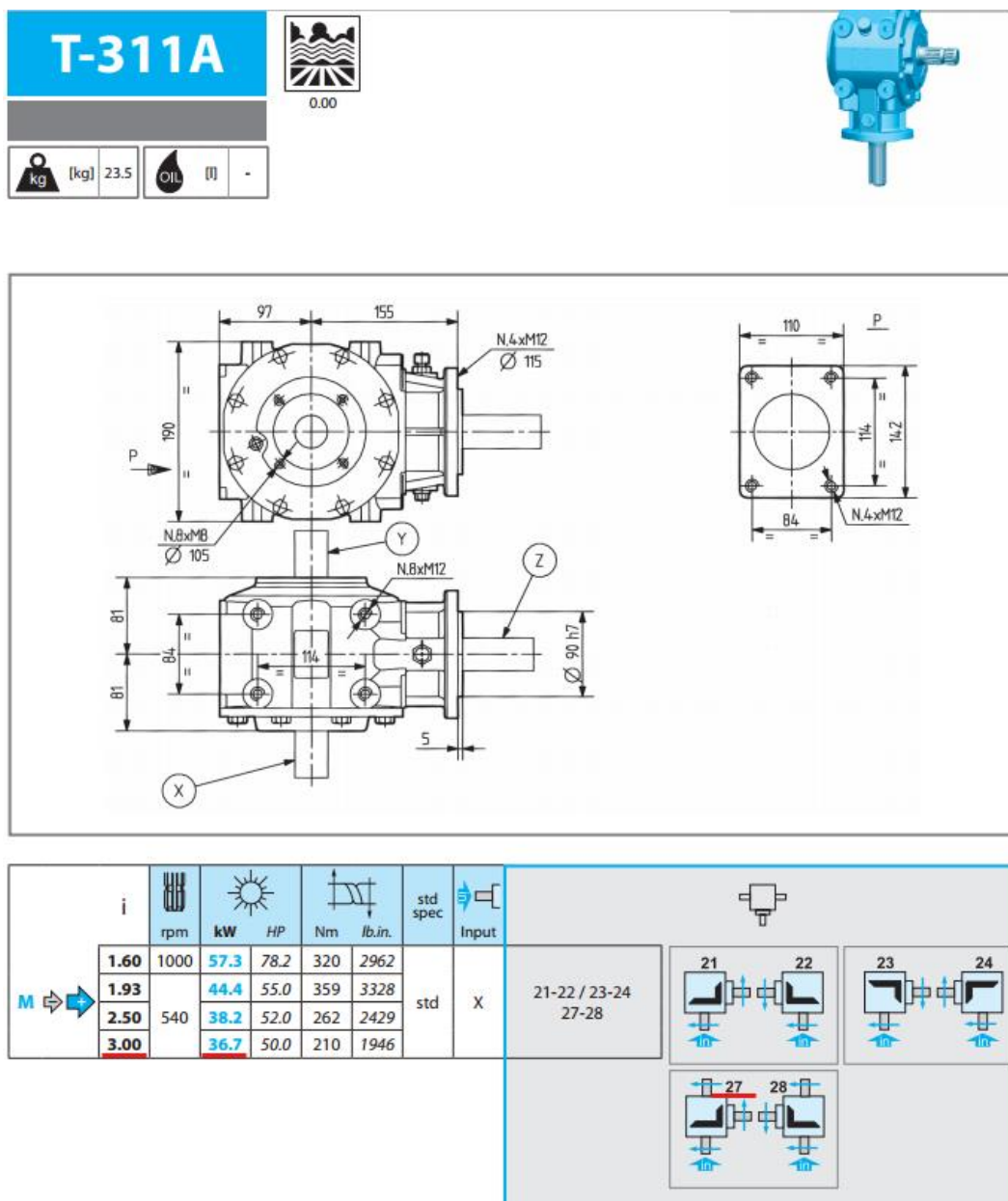
Tablica 12. Vrijednosti za odabir reduktora

Broj okretaja radnog bubnja [o/min]	180
Prijenosni omjer	3
Snaga [kW]	35

Na osnovu izračunatih vrijednosti potrebno je pronaći odgovarajući reduktor. Veliki izbor zupčaničkih prijenosnika za poljoprivrednu mehanizaciju pronađen je u katalogu tvrtke Comer. Comer je talijanska tvrtka koja se već niz godina bavi razvojem standardnih dijelova za poljoprivrednu mehanizaciju kao što su razvodnici snage, reduktori, multiplikatori i ostalo. Za konstrukciju freze koja je prikazana u konceptu 3. potrebno je odabrati kutni reduktor sa odgovarajućim vratilom i sigurnosnom spojkom širine 1500 mm.

10.3. Odabir reduktora

Odabran je reduktor tvrtke Comer prijenosnog omjera $i=3$ i snage $P=36.7$ kW. Odgovarajuća izvedba reduktora za potrebe ove freze je izvedba 27.

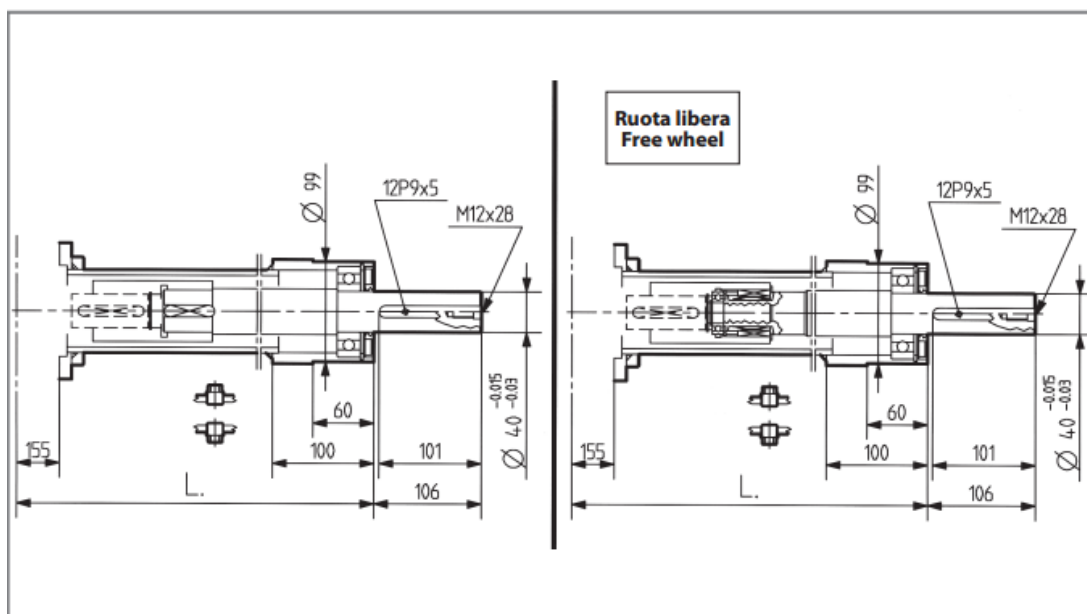
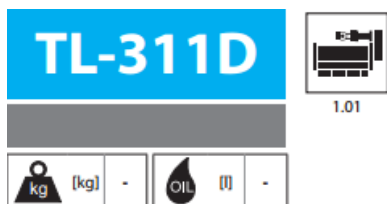


Slika 16. Reduktor freze

10.4. Odabir vratila

Potrebna dužina vratila je polovina radne širine kopanja:

$$L_{reduktora} = \frac{L}{2} = \frac{1500}{2} \approx 780 \text{ mm} \quad (2)$$



L(mm)	Code
500	312.505
615	312.500
780	312.503
950	312.515
1060	312.502
1200	312.508
1350	312.507

L(mm)	Code
500	312.509
615	312.512
780	312.545
950	312.517
1060	312.533
1200	312.546
1350	312.526

Slika 17. Vratilo sa sigurnosnom spojkom za prijenos snage do remenice

10.5. Odabir remena i remenica tvrtke Challenge

Odabir remenica i remena radi se po katalogu tvrtke Challenge. U katalogu se nalazi jednostavno napravljen postupak proračuna i odabira komponenti.

Prvo je potrebno odabrati faktor opterećenja F_o iz tablice.

Type of driven machine	Type of prime mover					
	'Soft' Starts			'Heavy' Starts		
	AC electric motors: star-delta DC motors: shunt wound Engines with 4 or more cylinders All prime movers with mechanical or electronic soft start devices.			AC electric motors :- direct – on – line DC motors : series and compound wound Engines with less than 4 cylinders		
	number of hours per day running					
	under 10	10 - 16	over 16	under 10	10 - 16	over 16
Uniform load: Light duty agitators, belt conveyors for sand etc., fans upto 7.5 kW, centrifugal compressors and pumps,	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Moderate load: Variable density agitators, belt conveyors (non-uniform loads), fans over 7.5 kW, other rotary compressors and pumps, generators, machine tools, printing machinery, laundry machinery, rotary screens, rotary woodworking machinery	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Heavy load: Reciprocating compressors and pumps, positive displacement blowers, heavy duty conveyors such as screw, bucket etc., hammer mills, pulverisers, presses, shears, punches, rubber machinery	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Severe load: Crushers – gyratory, jaw, roll etc., rolling mills, calenders, quarry machinery, vibrating screens	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

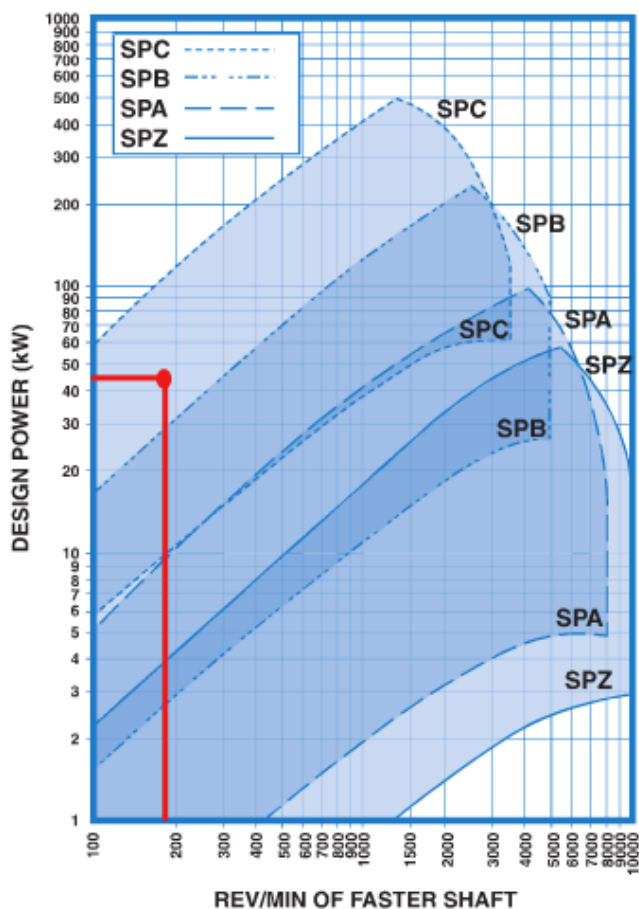
Slika 18. Pogonske grupe

Proračunska snaga P' :

$$F_o = 1.3$$

$$P = 35 \text{ kW}$$

$$P' = P \cdot F_u = 35 \cdot 1.3 = 45.5 \text{ kW} \quad (1)$$



Slika 19. Dijagram za odabiranje remena preko snage i broja okretaja

Ukupni prijenosni odnos je ostvaren prijenosnim omjerom u reduktoru. Iz tog razloga prijenosni omjer remenica nije potreban i on iznosi $i_r=1$. Odabrani klinasti remen je SPC izvedbe. Prema njemu se odabire i SPC remenica.

SPC	224	236	250	265	280	300	315	335	355	375	400
224	1.00										
236	1.05	1.00									
250	1.12	1.06	1.00								
265	1.18	1.12	1.06	1.00							
280	1.25	1.19	1.12	1.06	1.00						
300	1.34	1.27	1.20	1.13	1.07	1.00					
315	1.41	1.33	1.26	1.19	1.13	1.05	1.00				
335	1.50	1.42	1.34	1.26	1.20	1.12	1.06	1.00			
355	1.58	1.50	1.42	1.34	1.27	1.18	1.13	1.06	1.00		
375	1.67	1.59	1.50	1.42	1.34	1.25	1.19	1.12	1.06	1.00	
400	1.79	1.69	1.60	1.51	1.43	1.33	1.27	1.19	1.13	1.07	1.00
425	1.90	1.80	1.70	1.60	1.52	1.42	1.35	1.27	1.20	1.13	1.06
450	2.01	1.91	1.80	1.70	1.61	1.50	1.43	1.34	1.27	1.20	1.13

Slika 20. Odabir promjera remenica koristeći njihov prijenosni omjer

Odabrane remenice i razmak:

$$c_{rem} = 475 \text{ mm}$$

$$d_{rem} = 224 \text{ mm}$$

Odabir duljine remena :

$$l_{rem} = 2 \cdot c_{remen} + \frac{(d_{rem} - d_{rem})^2}{4 \cdot c_{rem}} \cdot 1 \cdot 57(d_{rem} + d_{rem})$$

$$l_{rem} = 2 \cdot 475 + \frac{(224 - 224)^2}{4 \cdot 224} \cdot 1.57 \cdot (224 + 224) = 1653 \text{ mm} \quad (3)$$

SPC 22N 22 x 18			
Metric Lp	RMA Equivalent	Metric Lp	RMA Equivalent
1250		4250	
1260	5V500	4310	5V1700
1320		4500	
1340	5V530	4560	5V1800
1360		4710	
1400		4750	
1410	5V560	4820	5V1900
1450		5000	
1500	5V600	5070	5V2000
1550		5300	
1590		5380	5V2120
1600	5V630	5600	
1650		5680	5V2240
1700		5990	
1750		6000	5V2360
1800	5V710	6300	
1850		6340	5V2500
1900	5V750	6700	
1950		7100	5V2800
2000		7500	
2020	5V800	8000	5V3150
2060			
2120			
2150	5V850		
2200			
2240			
2280	5V900		
2300			
2350			

Slika 21. Odabir standardizirane duljine SPC remena

Novi razmak remenica:

$$c_{pravi} = c_{rem} - \frac{(l_{rem} - l_{prem})}{2} = 475 - \frac{(1653 - 1650)}{2} = 473.5 \text{ mm} \quad (4)$$

Odabir snage remena:

$$P' = 45.5 \text{ kW}$$

$$P_{rem} = 11.41 \text{ kW}$$

SPC Power ratings (kW)														Power addition (kW) for speed ratio				
	224	236	250	265	280	300	315	335	355	400	450	500	560	1.00-1.05	1.06-1.25	1.26-2.00	2.01-3.00	over 3.00
rev/min																		
200	11.41	12.77	14.43	16.29	17.84	19.95	21.79	24.03	26.20	31.02	36.21	41.27	47.04	0.00	0.29	0.46	0.50	0.53
400	12.41	13.84	15.71	17.66	19.46	21.74	23.75	26.18	28.54	33.76	39.32	44.33	50.77	0.00	0.57	0.92	1.00	1.06
600	14.34	15.93	18.20	20.33	22.59	25.23	27.56	30.36	33.08	39.06	45.29	50.11	57.80	0.00	0.86	1.37	1.50	1.59
720	16.78	18.78	21.36	23.73	26.53	29.62	32.29	35.41	38.55	45.07	51.63	56.89	63.01	0.00	1.03	1.65	1.80	1.90
800	19.05	21.44	24.30	26.88	30.17	33.67	36.63	40.02	43.49	50.36	56.96	62.32	-	0.00	1.15	1.83	2.00	2.11
960	20.14	22.92	25.82	28.93	29.55	35.57	38.64	42.18	45.58	52.35	58.09	-	-	0.00	1.37	2.20	2.40	2.54
1200	21.39	24.30	27.39	30.63	33.82	37.51	40.66	44.04	47.43	53.97	-	-	-	0.00	1.72	2.75	3.00	3.17
1440	22.25	25.33	28.53	31.82	35.09	38.74	41.82	45.08	48.40	-	-	-	-	0.00	2.06	3.30	3.60	3.81

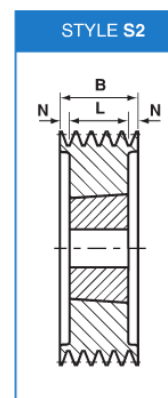
Slika 22. Odabir snage jednog remena

Korekcijski faktor snage remena za prijenosni omjer remenica $i=1$ ne postoji. Snaga koju može prenijeti jedan remen jednaka je podatku iz tablice.

Odabir vrste remenice:

$$N_{rem} = \frac{P_{bub}}{P_{rem}} = \frac{45.5}{11.41} = 3.98 \approx 4 \quad (5)$$

Pitch Dia. dw	Outside Dia. du	Groove No.	Bush Size	Max Bore	Pulley Config. & Style	Rim Width B	L	N	Weight kg
224	233.5	3	3020	75	S2	85.0	52	10.8	12.0
224	233.5	4	3535	90	S2	110.5	89	16.5	16.0
224	233.5	5	3535	90	S2	136.0	89	23.5	18.0
224	233.5	6	3535	90	S2	161.5	89	36.3	20.0
224	233.5	8	3535	90	S2	212.5	89	61.8	25.0



Slika 23. Odabir SPC remenice sa 4 utora za remenje

Odabrana je SPC remenica model S2 s unutarnjim promjerom $d_u = 45\text{mm}$. Promjer je odabran prema veličini izlaznog rukavca TL-311D vratila.

Tablica 13. Podatci remenskog prijenosa

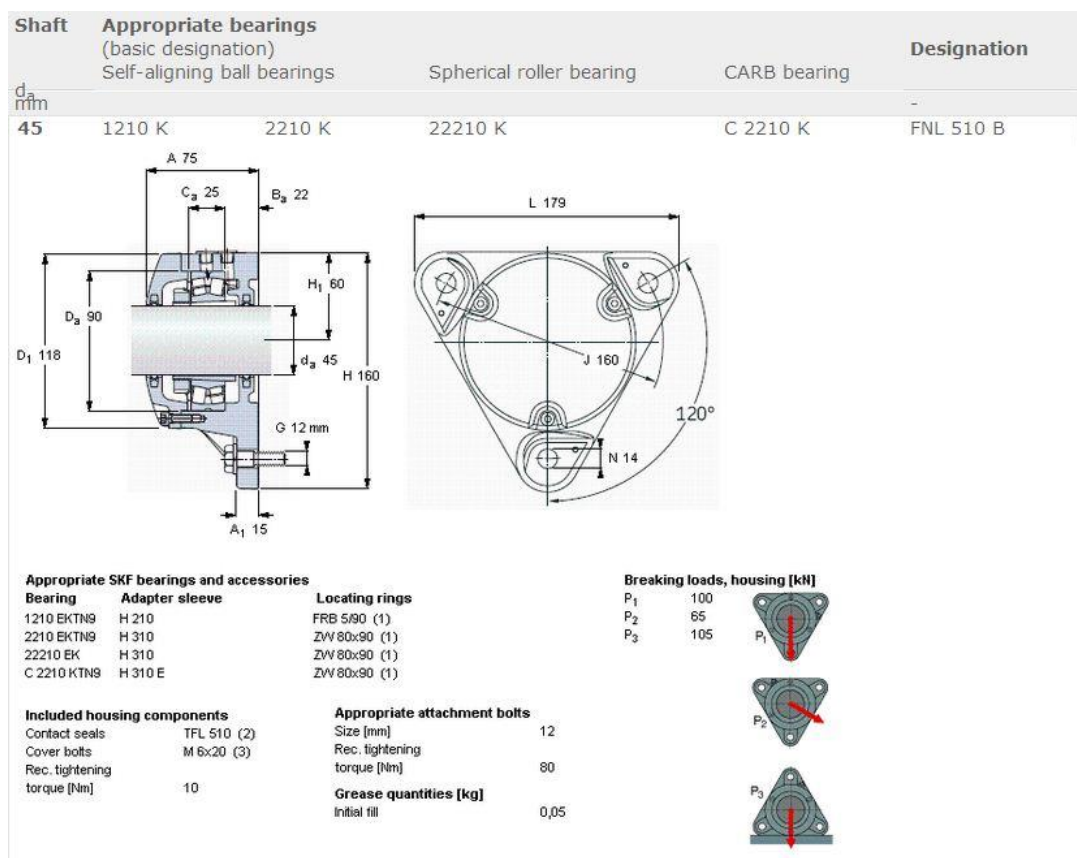
Duljina remena [mm]	1650
Tip remenice i remena	SPC
Novi razmak remenica [mm]	473.5
Veličina remenice [mm]	224
Tip remenice	S2
Broj utora na remenici	4
Snaga jednog remena [kW]	11.41

10.6. Odabir ležajeva i kućišta za ležajeve tvrtke SKF

Odabrani ležajevi i kućišta za ležajeve za nošenje radnog bubnja su od tvrtke SKF, renomiranog proizvođača ležajeva i popratne opreme. Na internetskoj stranici proizvođača nalazi se katalog njihovih proizvoda koji omogućava jednostavan odabir odgovarajućeg ležaja i odgovarajućeg kompatibilnog kućišta tog ležaja.

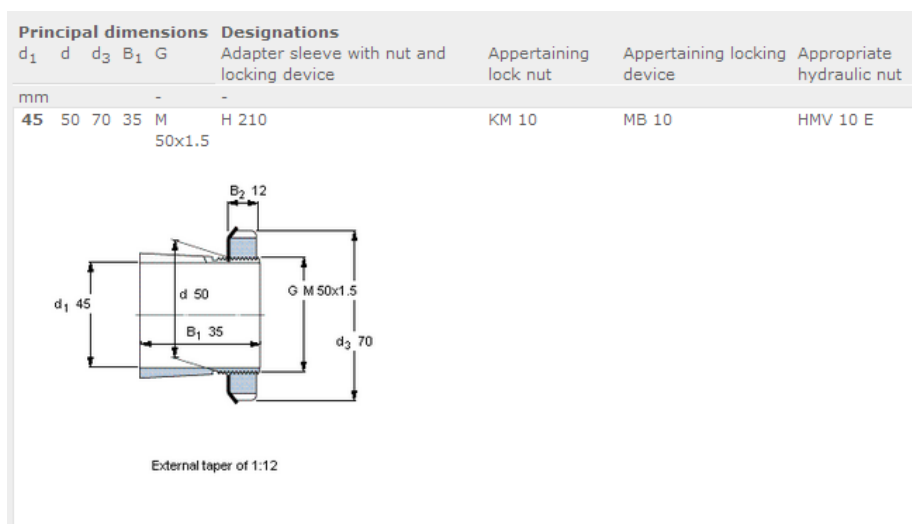
Bubanj je oslonjen na dva ležaja, po jedan sa svake strane. Svaki od ležaja nalazi se u svom kućištu pričvršćen za kućište freze. Jedno od kućišta je zatvorenog tipa drugo kućište je prohodno, što znači da kroz njega prolazi vratilo bubnja. Prohodno kućište nalazi se s unutarnje strane kućišta freze pokraj remenskog prijenosa.

Na sljedećim slikama se nalaze tehničke specifikacije odabranih komponenti iskorištenih na frezi.



Slika 24. Odabrano prohodno kućište za ležaj SKF FNL 510 B

Iz konstrukcijskih razloga proizvođač preporučuje izvedbu ležajnih mjesta s adapterima za ležajeve.



Slika 25. Odabran adapter za ležajeve SKF H 310

Principal dimensions			Basic load ratings		Speed ratings	Limiting speed	Designation
d	D	B	dynamic C	static C ₀	Reference speed		
mm			kN		r/min		-
50	90	23	33,8	11,2	14000	9500	2210 EKTN9

Tapered bore, taper 1: 12

Calculation factors
 e 0,23
 Y_1 2,7
 Y_2 4,2
 Y_0 2,8

Slika 26. Odabran ležaj za oba kućišta SKF 2210 EKTN9

Iz podataka proizvođača:

$$C_0 = 11.2 \text{ kN}$$

$$C_1 = 33.8 \text{ kN}$$

Moment na bubnju:

$$n_b = 1800 \text{ /min}$$

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{35000}{18.85} = 1857000 \text{ Nmm}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_b}{60} = 18.85 \text{ s}^{-1}$$

$$M = 1857000 \text{ Nmm}$$

- pretpostavljeni maksimalni moment u slučaju da se sva snaga prenese preko samo jednog noža

Radikalna sila ležaja:

$$F = \frac{M}{L} = \frac{1857000}{200} = 9285 \text{ N}$$

$$F_r = \frac{F}{2} = \frac{9285}{2} = 4642 \text{ N}$$

$$C_0 = 11200 \text{ N} > F_r = 4642 \text{ N}$$

ZADOVOLJAVA!

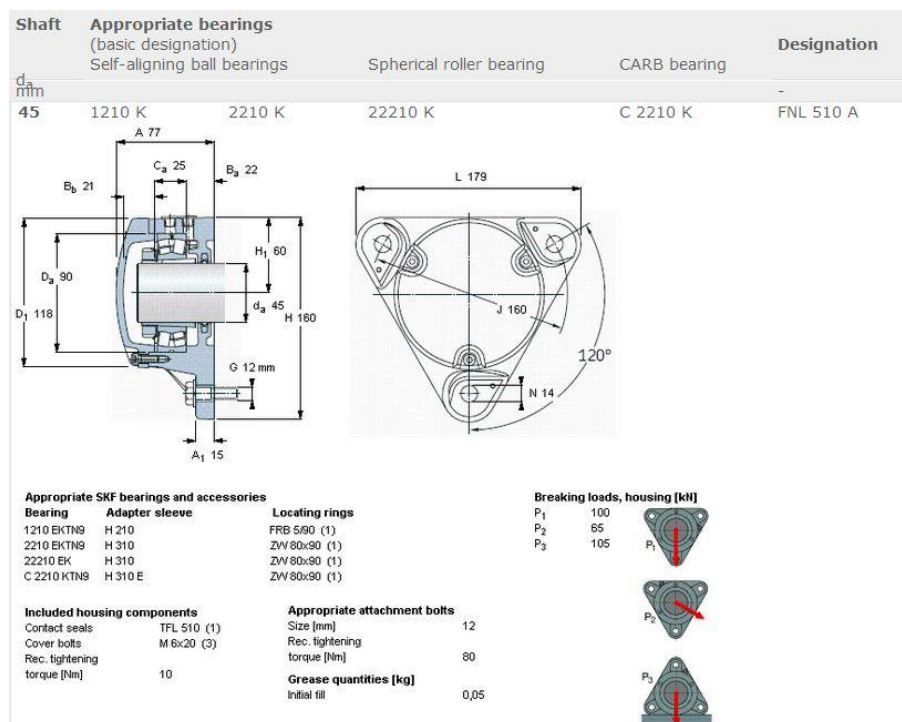
$$C'_1 = F_r \cdot \frac{f_l}{f_n \cdot f_n} = 4642 \cdot \frac{2.46}{0.601} = 19000 \text{ N}$$

$$f_l = 1 \text{ - za temperature ispod } 150^\circ$$

$$f_l = \sqrt[10/3]{\frac{L_h}{500}} = \sqrt[10/3]{\frac{10000}{500}} = 2.46$$

$$f_n = \sqrt[10/3]{\frac{100}{3}} = \sqrt[10/3]{\frac{100}{3}} = 0,601$$

$$C_1 > C'_1 \quad \text{ZADOVOLJAVA!}$$



Slika 27. Odabrano zatvoreno kućište SKF FNL 510 A

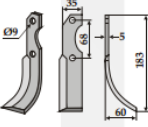
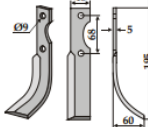
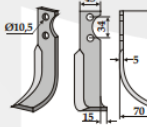
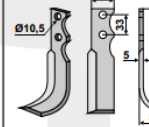
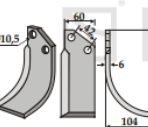
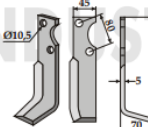
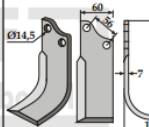
10.7. Odabir noževa za frezu

Noževi freze spojeni su preko prirubnice na rotirajuće vratilo (bubanj). Na većini freza bubanj se okreće u smjeru kretanja traktora. Noževi su raspoređeni spiralno po obodu bubnja tako da u bilo kojem trenutku samo jedan nož dira neobrađenu zemlju. Za različite namjene postoje različite vrste noževa poput:

- L-nož (indirektni)
- C-nož (oblik žlice)
- šiljati nož
- direktan nož

L-oblik noževa se najčešće koristi jer stvara najmanje vibracije i kvalitetno uništava korov. Iz tih razloga ovaj oblik je odabran za ovaj diplomski rad. C-oblik noževa je više zakrenut i koristi se više za tvrdo tlo ili u teškim uvjetima gdje je tlo mokro. Izravni noževi se koriste za uništavanje površine livade i pridonošenje boljeg provjetravanja.

Za rezo tijelo freze odabran je nož tvrtke Industriebhof model Baroni

Barbieri BEN-11R re/dr/ri BEN-11L li/ga/le  Orig.-Nr. / réf. origine / orig.-part-no. Gewicht / poids / weight 0,260 Schraube M8x1x30 - 10.9 boulon / bolt 30-830	Barbieri BEN-32R re/dr/ri BEN-32L li/ga/le  Orig.-Nr. / réf. origine / orig.-part-no. Gewicht / poids / weight 0,330 Schraube M8x1x30 - 10.9 boulon / bolt 30-830	Barbieri FOR-10R re/dr/ri FOR-10L li/ga/le  Orig.-Nr. / réf. origine / orig.-part-no. Gewicht / poids / weight 0,380 Schraube M10x1x30 - 10.9 boulon / bolt 30-1030	Barbieri GOL-17R re/dr/ri GOL-17L li/ga/le  Orig.-Nr. / réf. origine / orig.-part-no. Gewicht / poids / weight 0,380 Schraube M10x1x30 - 10.9 boulon / bolt 30-1030
Barbieri GOL-29R re/dr/ri GOL-29L li/ga/le  Orig.-Nr. / réf. origine / orig.-part-no. Gewicht / poids / weight 0,610 Schraube M10x1x30 - 10.9 boulon / bolt 30-1030	Barbieri GOL-30R re/dr/ri GOL-30L li/ga/le  Orig.-Nr. / réf. origine / orig.-part-no. Gewicht / poids / weight 0,380 Schraube M10x1x30 - 10.9 boulon / bolt 30-1030	Baroni BAO-02R re/dr/ri BAO-02L li/ga/le  Orig.-Nr. / réf. origine / orig.-part-no. Gewicht / poids / weight 0,700 Schraube M14x1,5x40 - 12.9 boulon / bolt 30-1440	

Slika 28. Nož Baroni BAO - 02R i BAO - 02L

10.8. Proračun bubnja

Za konstrukciju bubnja odabrana je čelična bešavna cijev 120X10 domaće tvrtke Fratea. Materijal cijevi je čelik Č0563 s granicom tečenja materijala $Re = 360 \text{ n/mm}^2$. Za teške uvjete rada sigurnost $S = 3$

$$\sigma_{dop} = \frac{Re}{S} = \frac{360}{3} = 120 \frac{N}{mm^2}$$

Naprezanje u cijevi:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} \leq \sigma_{dop}$$

$$W_{cijev} = \frac{\pi}{16} - \frac{D^4 - d^4}{D} = 115925 \text{ mm}^3$$

Moment na bubnju:

$$n_b = 180 \text{ 0/min}$$

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{35000}{18.85} = 1857000 \text{ Nmm}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_b}{60} = 18.85 \text{ s}^{-1}$$

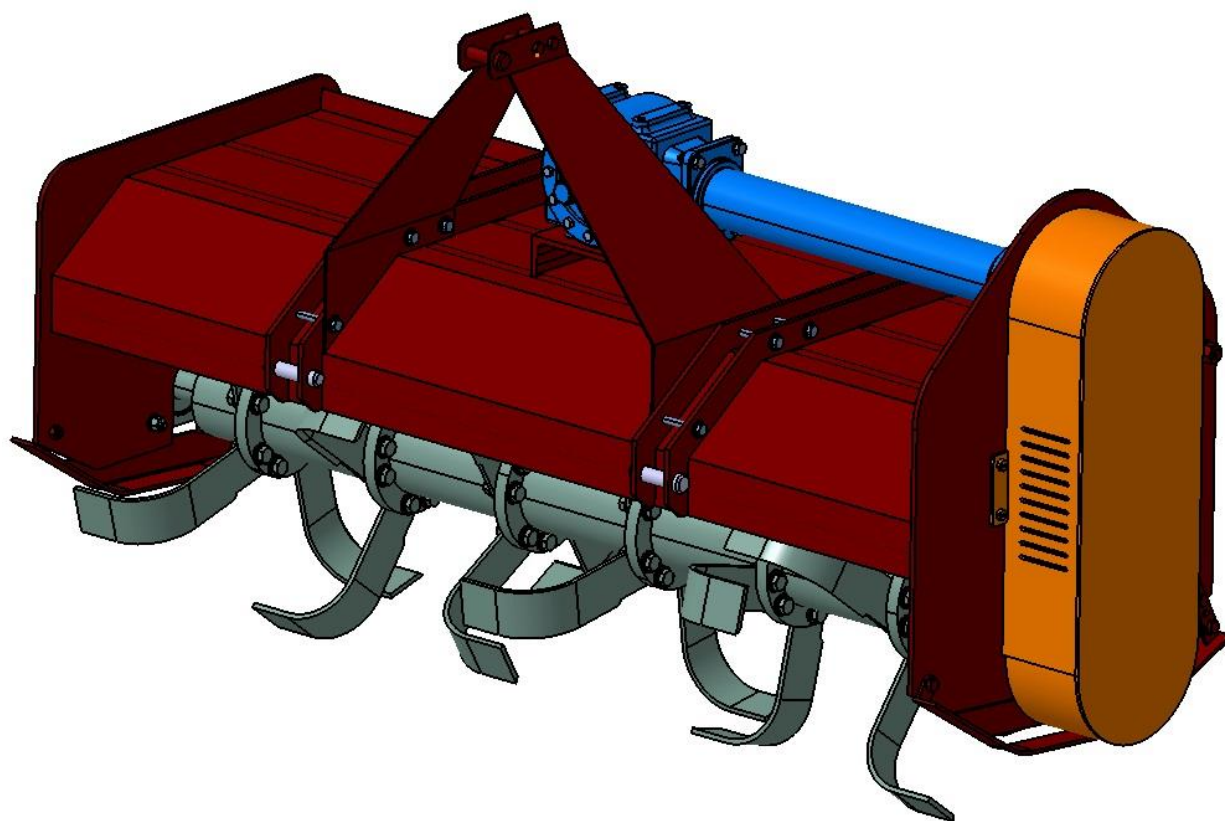
$$M = 1857000 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{max} = \frac{1857000}{115925} = 16 \leq \sigma_{dop}$$

ZADOVOLJAVA!

10.9. Komponente freze

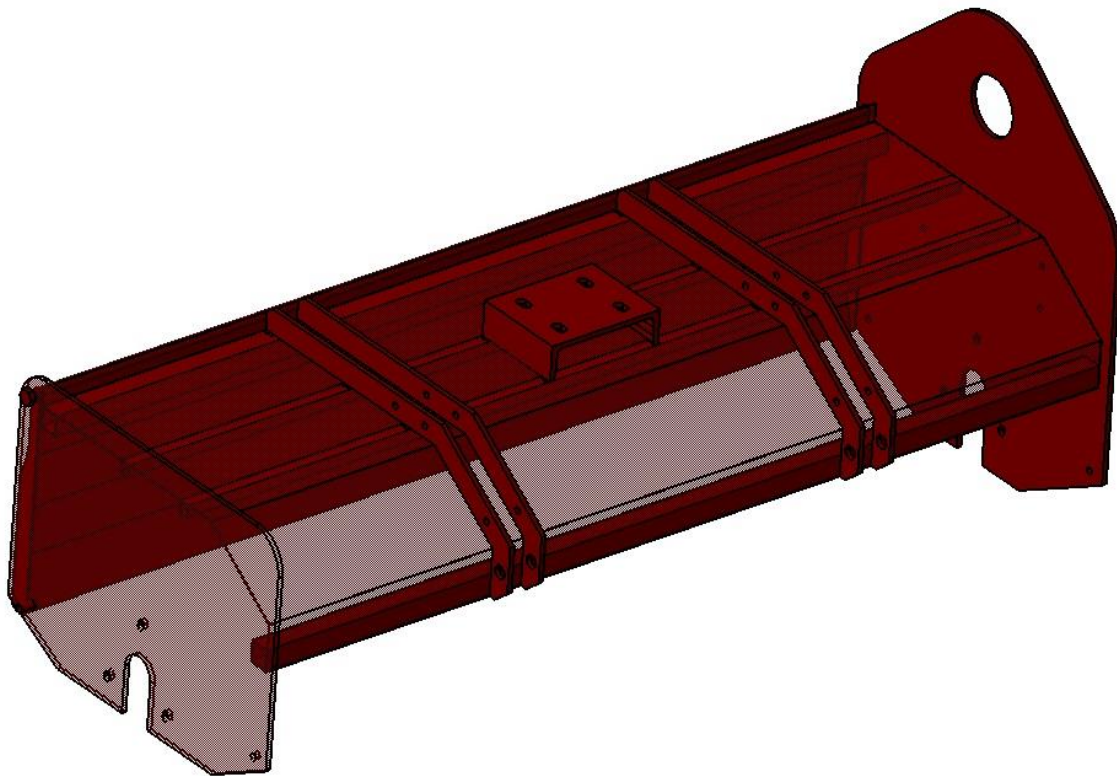
Nakon što se napravljen proračun sastavnih dijelova i 3D model trebalo bi još pokazati kako su riješene određene komponente freze te na koji način i kojim se redosljedom se pojedini dijelovi zavaruju i sastavljaju.



Slika 29. 3D model freze izrađen u Catia V5 R19 CAD programu

10.9.1. Kućište

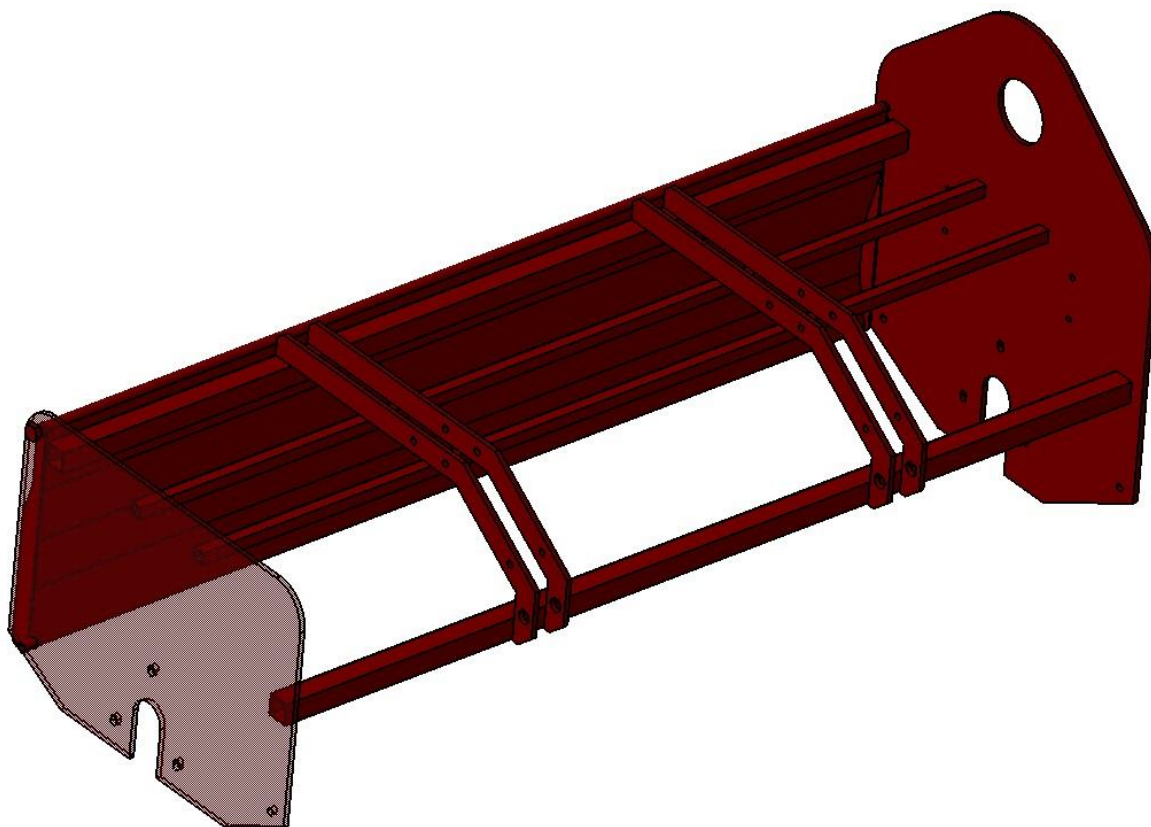
Kućište je rađeno da bude robusno, da pruža zaštitu od eventualne havarije radnog noža i da je tehnološki lagano za izraditi. Na kućište freze pričvršćeni su svi ostali dijelovi. Kućište se sastoji od dvije bočne stranice debljine 8 mm koje nose kućišta za ležajeve radnog bubnja.



Slika 30. *Kućište freze*

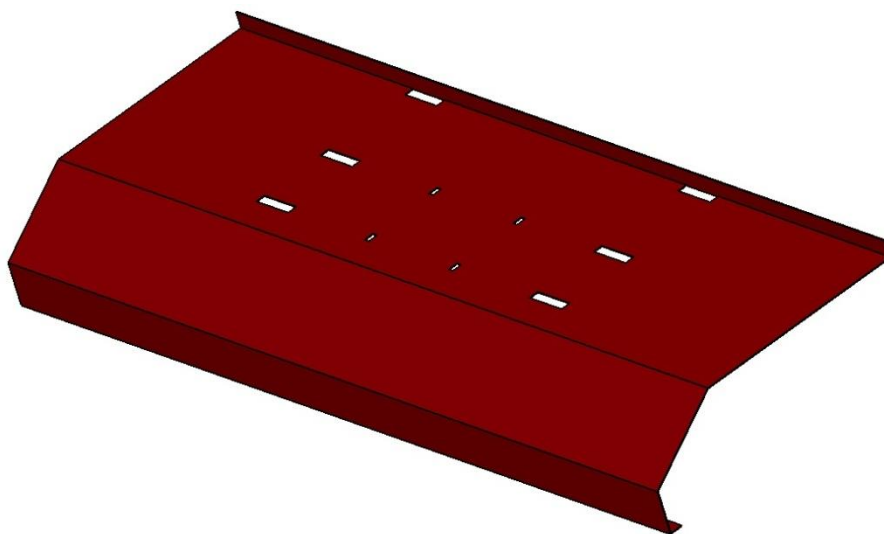
Bočne stranice spojene su poprečnim kvadratnim cijevima. Preko cijevi dolazi tanak lim koji služi kao pokrov koji sprječava čestice zemlje i prašinu da leti posvuda. Obradena zemlja izlazi kroz vratašca kućišta koja tu zemlju pri izlasku odmah i poravnavaju.

Kako bi konstrukcija bila što lakša plašt kućišta je lim debljine 1.5 mm. Čvrstoću konstrukciji daju ukrute i cijevi male mase, a velike krutosti.



Slika 31. *Nosiva konstrukcija kućišta*

Da bi se nosivi dijelovi mogli povezati zavarivanjem, na plaštu su izrezane rupe koje omogućuju izravan kontakt nosivih dijelova (slika 32., slika 34.). Na plaštu se nalazi nosač reduktora koji je, također zavarivanjem, povezan za nosivu konstrukciju.



Slika 32. *Plašt kućišta s prorezima za zavarivanje*

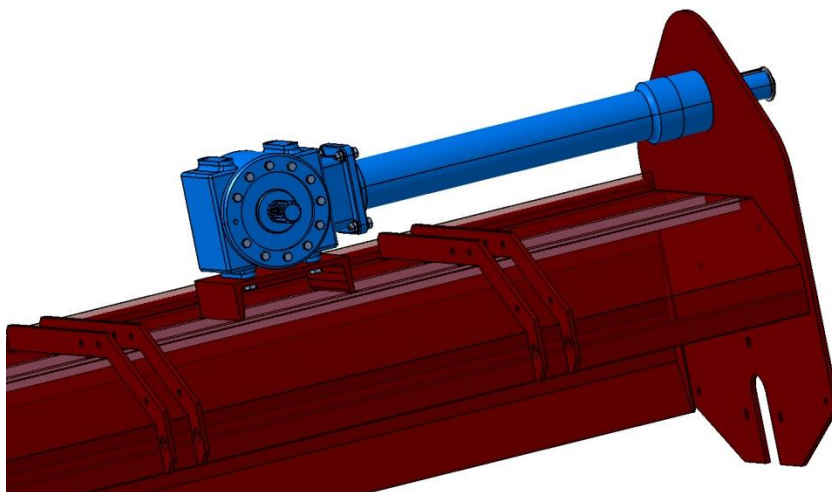
Kvadratne cijevi odabrane su standardnih dimenzija iz kataloga tvrtke Strojopromet. Kvadratne cijevi dimenzija 20x20x2 smještene su bliže sredini kućišta iz razloga što su manje i ne smetaju slobodnom okretanju noževa freze. Deblje cijevi dimenzija 35x35x2 smještene su na krajevima kućišta što je vidljivo iz slike 31. Duljina kvadratnih cijevi je 1544 mm.

Tablica 14. *Standardne dimenzije kvadratnih cijevi*

Dimenzije mm	Debljina stijenke mm								
	1,5	2	3	4	5	6	7	8	10
10 x 10	0,40								
12 x 12	0,49								
15 x 15	0,64	0,83							
20 x 20	0,87	<u>1,13</u>	1,63						
25 x 25	1,12	1,48	2,14						
30 x 30	1,35	1,78	2,59	3,35					
35 x 35	1,61	<u>2,12</u>	3,10	4,04					
40 x 40	1,83	2,41	3,55	4,63	5,50				

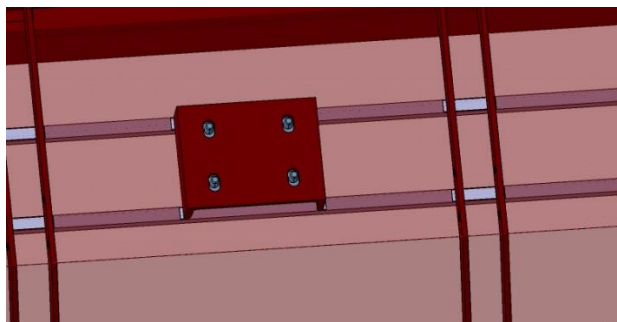
10.9.2. Reduktor

Provrt na kućištu kroz koji prolazi vratilo reduktora mora se dodatno obraditi nakon zavarivanja. Kućište vratila s provrtom fino dosjeda i zato se taj provrt naknadno razvrtava jer zbog velike topline koja nastaje prilikom zavarivanja kućište freze se lagano deformira.



Slika 33. *Spajanje reduktora i kućišta*

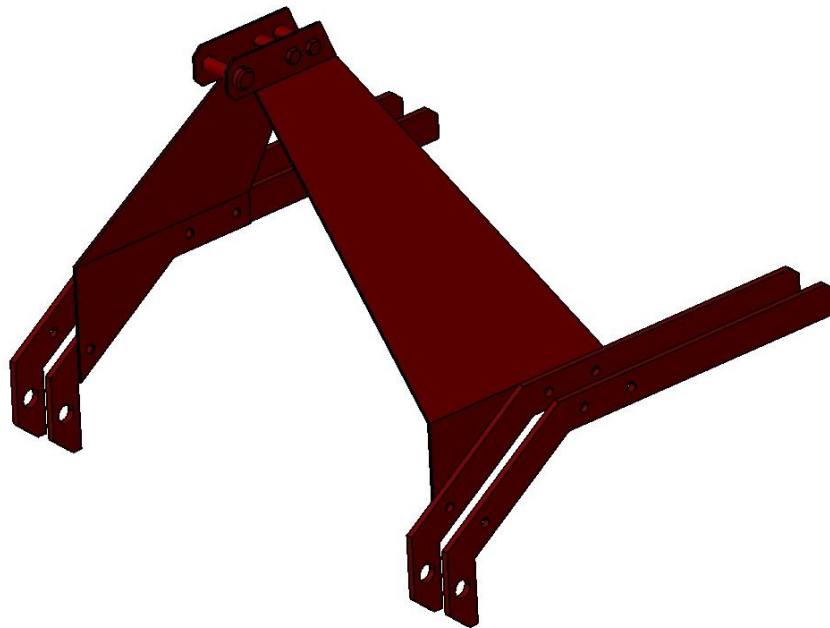
Rupe na nosaču reduktora buše se nakon zavarivanja, a izvedene su ovalne i šire od vijaka kako bi se reduktor mogao centrirati. Isto tako naknadno se buše rupe gdje se pričvršćuju kućišta ležajeva. Te rupe su također ovalne iz dva razloga. Prvi razlog je da se može centrirati radni bubanj, a drugi razlog je da se bubanj može pomaknuti u vertikalnom smjeru kako bi se omogućilo natezanje remena.



Slika 34. *Ovalne rupe za centriranje reduktora i rupe za zavarivanje na plaštu*

10.9.3. Prihvat na traktor

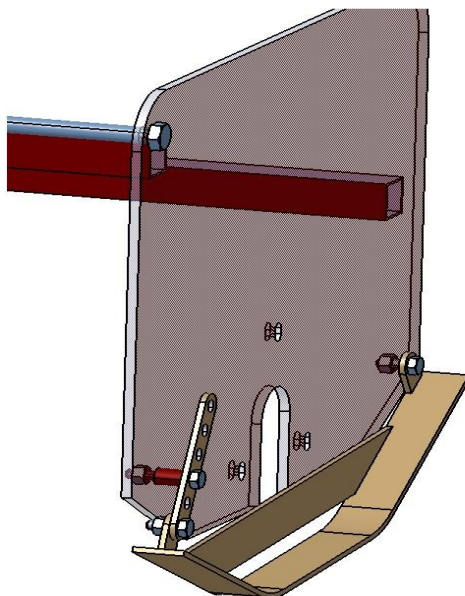
Ova komponenta osigurava fizički spoj radnog nastavka s traktorom prema standardnim dimenzijama za spajanje. Širina prihвата iznosi 650 mm, a visina priključka poteznice od tla iznosi 950 mm.



Slika 35. Prihvat na traktor

10.9.4. Mehanizam za upravljanje dubinom kopanja

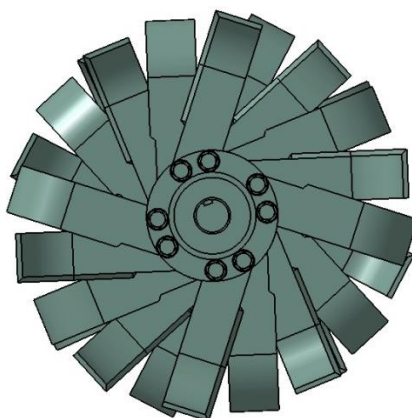
Skija ima funkciju držati odstojanje freze od zemlje. Na jednom je kraju skije je ugrađen mehanizam kojim možemo birati dubinu kopanja tako da se skija više ili manje odmakne od kućišta freze. Mehanizam se može namjestiti u pet različitih položaja. Širina skije iznosi 40 mm zato da freza ne propadao u mekanu zemlju.



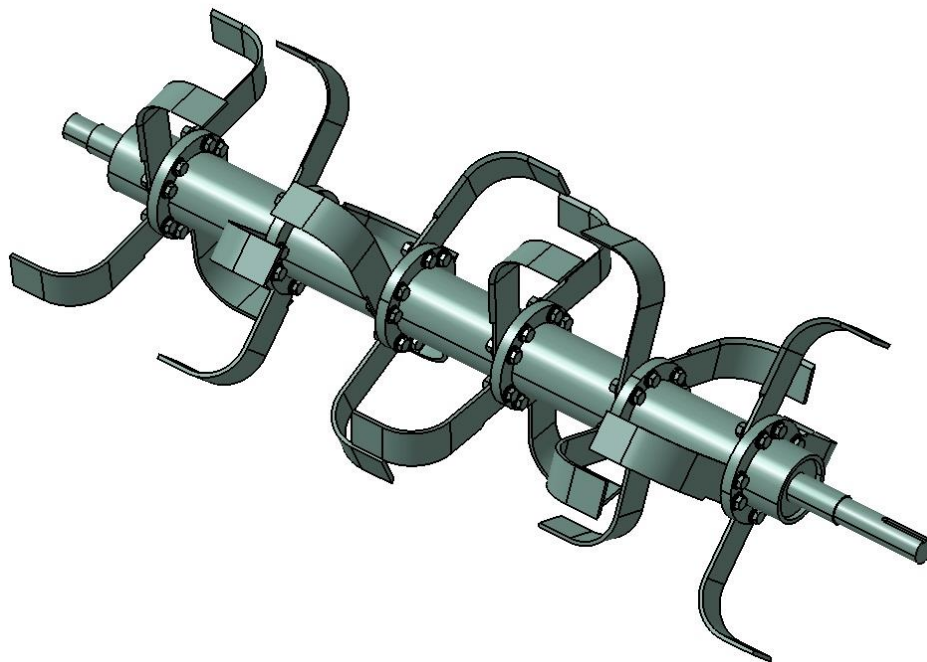
Slika 36. *Mehanizam za upravljanje dubinom kopanja*

10.9.5. Radni bubanj

Ova komponenta sadržava glavnu funkciju freze. Na radnom bubnju zavarene su priрубnice na koje su pričvršćena 24 noža. Noževi su raspoređeni spiralno kako bi se izbjegli nagli udari i vibracije. Krajeve bubnja čine vratila koja sadrže fino obrađene rukavce za ležajeve. Radni je bubanj nakon što se zavari potrebno poslati na balansiranje jer i mali ekscentri mogu prouzročiti velike vibracije što treba izbjeći pod svaku cijenu.



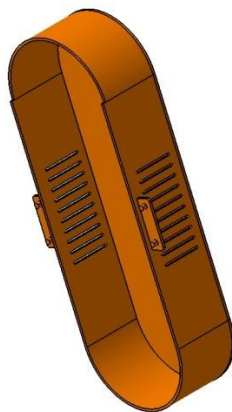
Slika 37. *Spiralan raspored noževa*



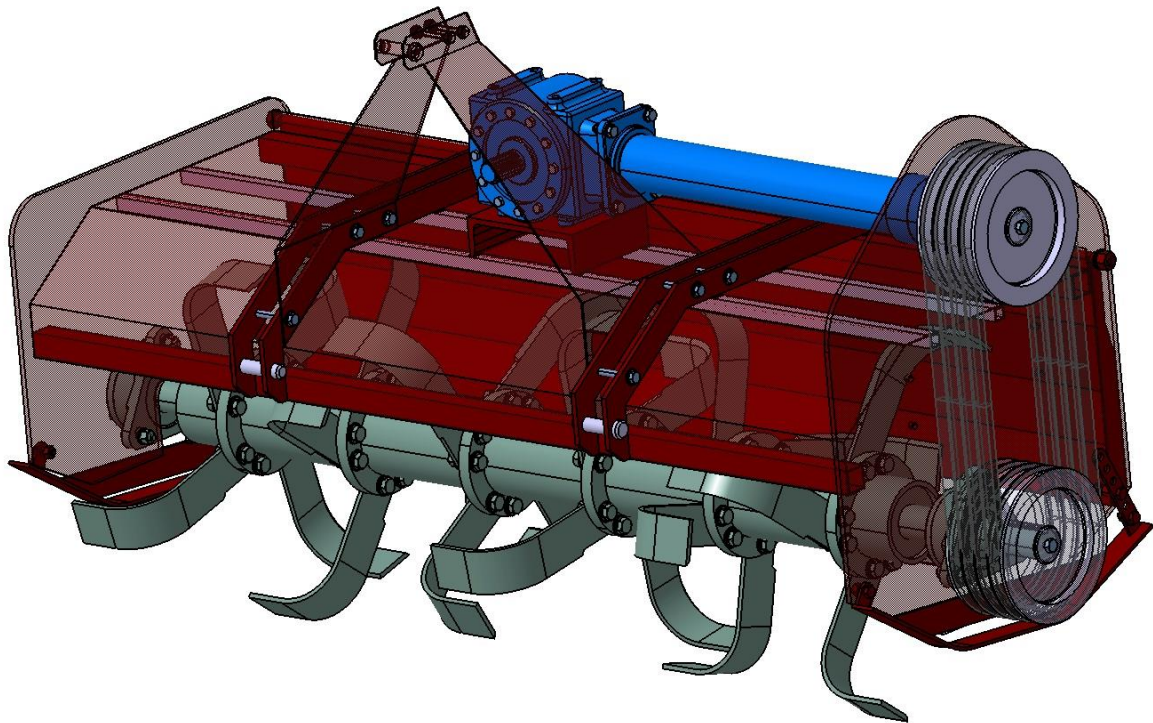
Slika 38. *Radni bubanj*

10.9.6. Remenski prijenos

Na slici 40. prikazan je remenski prijenos i ostale komponente za prijenos snage. Remenski prijenos se nalazi na boku freze, a skriven je iza poklopca koji ga štiti od prašine i fizičkog kontakta stranih tijela. Poklopac je napravljen od tankog lima, a prikazan je posebno na slici 39.



Slika 39. *Poklopac remenskog prijenosa*



Slika 40. *Remenski prijenos*

11. Zaključak

Zadatak za ovaj diplomski rad bio je koncipirati i konstruirati traktorski priključak za obradu tla koji može samljeti zemlju do dubine od 20 cm. Takvi strojni nastavci nazivaju se *freza*, a poznati su i pod nazivom *rotodrljača*, *rotokopačica* ili eng. *rotary tiller*.

Posebna pozornost pri konstruiranju freze je bila usmjerena na to da se u konstrukciji koriste jednostavno oblikovani dijelovi od standardnih čeličnih profila (cijevi, limovi, ploče, ...). Također, konstrukcijsko razmišljanje je bilo usmjereno na to da se koristi što više standardnih dijelova (reduktor, ležajevi i sl...) radi jeftinije proizvodnje, korištenja pouzdanih komponenata renomiranih proizvođača i što jednostavnijeg sastavljanja.

Tijekom izrade diplomskog rada uočio sam da proizvođači s godinama stječu iskustvo u konstruiranju ovakvih strojeva. Uz pomoć prikupljanja eksploatacijskih podataka poboljšavaju i usavršavanju konstrukciju, što na kraju daje kvalitetu njihovim proizvodima.

12. Prilozi

- Tehnička dokumentacija

13. Popis literature

- [1] <http://www.skf.com/group/knowledge-centre/engineering-tools/skfhousingselect.html>
- [2] <http://challengept.com/flipcatalogue/index.html?pageNumber=150>
- [3] <http://www.poljoprivredni-forum.com/showthread.php?t=16140>
- [4] <http://www.gramip.hr/>
- [5] <http://www.metal-ko.com.hr/>
- [6] http://www.italianfarmmachinery.com/company_details.asp?id=15
- [7] [Marjanović, D.: Razvoj proizvoda \(predavanja\), Zagreb, 2008.](#)
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Tractor>
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Three-point_hitch
- [10] <http://www.trgo-agencija.hr/>
- [11] <https://www.industriehof.com/main.php?lang=en> [22] <http://www.trgo-agencija.hr/>
- [12] http://ishranabilja.com.hr/Tloznanstvo/Osnovna_obrada_cb.pdf
- [13] http://ishranabilja.com.hr/Tloznanstvo/Dopunska_obrada_k.pdf
- [14] <http://www.agroklub.com/pretraga/mehanizacija/30/>
- [15] <http://www.extranet.fim.net/medias/library/Informations>
- [16] <http://www.trgo-agencija.hr/>
- [17] <http://www.ijappjournal.com/wp-content/uploads/2013/03/1060-1065.doc.pdf>
- [18] <http://www.comerindustries.com/en/products/prodotti-abstract/speed-increasers-for-flail-mowers.html#.UtHgjtJDtAZ>
- [19] <http://en.wikipedia.org/wiki/Cultivator>
- [20] http://www.messis.hr/poljoprivredni_strojevi.asp?kat=szodo&prikaz=lista
- [21] <https://www.industriehof.com/main.php?lang=en>
- [22] <http://pdfsb.com/readonline/62465a426451392f566e56344333396855513d3d>

[23] <http://www.northerntool.com/images/downloads/manuals/256031.pdf>

[24] <http://www.ortolan.net/>

[25] <http://www.gomadhi.com/rotarytillers.html>